

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 90870083.4

(51) Int. Cl.⁵: G07B 15/00, G07C 9/00,
G08G 1/123

(22) Date de dépôt: 30.05.90

(30) Priorité: 02.06.89 BE 8900597

(41) Date de publication de la demande:
05.12.90 Bulletin 90/49

(84) Etats contractants désignés:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Demandeur: de Baets, Thierry
Avenue Baden Powell, 6, Bte 14
B-1200 Bruxelles(BE)

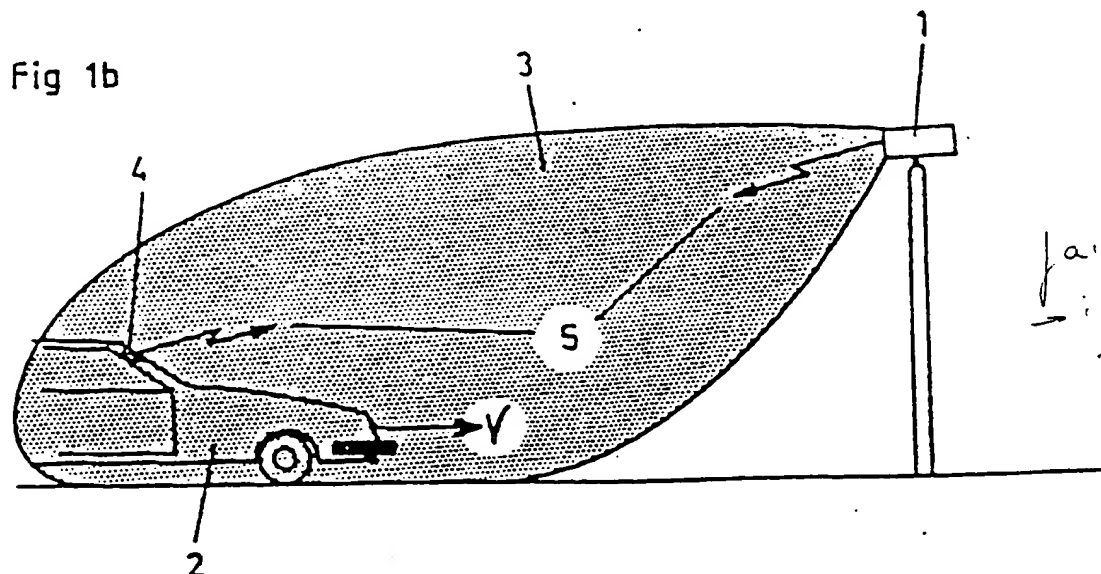
(72) Inventeur: de Baets, Thierry
Avenue Baden Powell, 6, Bte 14
B-1200 Bruxelles(BE)

(74) Mandataire: Overath, Philippe et al
Cabinet Bede 13, Avenue Antoine Depage
B-1050 Bruxelles(BE)

(54) Système de taxation ou péage automatique pour véhicules routiers.

(57) Système de télétaxation ou de télépéage pour véhicules (2), faisant appel à des postes fixes d'interrogation (1) placés au-dessus ou sur le côté des voies de circulation et d'appareils récepteurs/répondeurs (4) appelés transpondeurs, montés à bord des véhicules.

Chaque poste fixe (1) comprend une unité d'émission et de réception de signaux capable de couvrir une zone suffisante (3) en direction des véhicules (2) qui arrivent pour interroger et communiquer avec les transpondeurs (4) de ces véhicules, chaque transpondeur (4) comportant des moyens pour la réception des signaux (5) émis par les postes d'interrogation (1) et pour l'émission de signaux en réponse aux signaux du poste d'interrogation, le transpondeur comportant également des moyens de péage électronique.



*faç de liaison
initiat*

SYSTEME DE TAXATION OU PEAGE AUTOMATIQUE POUR VEHICULES ROUTIERS

L'invention concerne un système permettant d'une part d'assurer un ensemble de fonctions destinées à la taxation et ou le péage automatique permettant d'acquitter des droits d'usage d'infrastructures routières, droits de passage d'accès et d'autre part de réaliser diverses fonctions qui pourraient s'avérer utiles dans le futur, comme éventuellement le repérage des véhicules volés.

5 L'accroissement du trafic routier incite les exploitants d'ouvrages d'art (concessionnaires) à rechercher des moyens pour assurer le péage automatique "au vol" pour réduire le temps d'attente et par conséquent, améliorer le débit du trafic aux heures de pointes en évitant les files d'attente ou bouchons aux postes de péages et d'en limiter les frais d'exploitation. Les autorités dans beaucoup de pays s'intéressent fortement à adapter la taxation des usagers selon leur utilisation du réseau routier et en particulier en
10 fonction de certains critères tels que: surtaxation aux heures de pointe, accès limités dans les centres urbains, etc...

Pour qu'un système de taxation ou péage automatique puisse être généralisé, il est impératif, d'après les études faites par les autorités de plusieurs pays, que le système ne soit pas limité à une fonction spécifique mais par contre qu'il soit extensible à d'autres fonctions dans le futur et d'autre part qu'il
15 garantisse, par son principe, l'anonymat des usagers s'ils le désirent.

L'aspect anonymat est très important car tout système ne le respectant pas, remettrait en cause le droit à la libre circulation des individus et risque d'être refusé par l'opinion publique ou même d'être considéré comme illégal. Tout aussi important est le fait que le système, pour qu'il puisse être adopté de façon générale, ne soit pas monopolisé par un seul fabricant mais qu'il puisse être mis sur le marché par
20 plusieurs constructeurs et que les règles de la concurrence puissent jouer.

La plupart des systèmes de péage ou de taxation automatisés actuellement en service, utilisent des équipements fixes et mobiles permettant d'identifier le véhicule (numéro minéralogique électronique ou équivalent) aux postes de péage, la perception se faisant par prélèvement d'un droit de passage (fixe) du compte en banque du propriétaire du véhicule. Cette méthode fonctionne bien (aux USA, Hong-Kong, etc...) mais ne permet ni une taxation au kilomètre effectué ni de conserver l'anonymat de l'usager ni d'utiliser
25 l'équipement à bord du véhicule à d'autres fonctions. Les possibilités de fraudes sont importantes. Le codage peut en effet être reproduit et un véhicule pourrait circuler tout en faisant percevoir les péages sur le compte d'autrui, sans que cette fraude puisse facilement être détectée.

Les systèmes existants de paiements électroniques tels que: cartes de crédit magnétique, cartes à "puces" (smart cards), etc... ont été développés pour fonctionner avec un appareil de lecture ou de programmation (équipement de perception) qui est protégé contre les fraudes et qui est sous surveillance. En aucun cas l'utilisateur de ces moyens de paiements ne peut accéder aux données informatisées qui s'échangent entre la carte de crédit et l'équipement de perception car celle-ci est physiquement mise dans l'appareil et en contact avec celui-ci.

35 Il n'en est plus de même pour une transaction de paiement où la carte de crédit se trouve à distance de l'appareil de perception. En effet, les données échangées entre les deux éléments sont transmises à distance et peuvent donc faire l'objet d'indiscrétions de toute nature et leur "authenticité" ne peut plus être garantie. Toute transmission d'information à distance rend celle-ci vulnérable car elle peut être interceptée ou reproductible et est donc sensible aux fraudes de toute nature.

40 Les moyens électroniques de paiement existants ne peuvent valablement servir aux fonctions de péage automatique "au vol" pour les véhicules routiers.

Les efforts entrepris par le Conseil des Communautés Européennes (CCE) entre autres, en créant des programmes de réflexion et de recherche tels que : Projets Prometheus, Race, et tout récemment Drive, incitant les industries à trouver de nouvelles solutions pour optimiser de manière générale le trafic routier et
45 plus spécifiquement, des systèmes de télé taxation et / ou de péage automatiques pour véhicules, sont autant d'indicateurs qu'il n'existe manifestement pas à ce jour de système valable répondant aux besoins actuels et futurs dans le domaine.

Le brevet US-A-4303904 (CHASEK) illustre une approche du problème mais n'apporte pas une solution convenable aux besoins du marché.

50 Pour remédier aux inconvénients et limitation de la technique antérieure, l'invention propose les caractéristiques telles que définies dans la partie caractérisante de la revendication 1.

La présente invention concerne un système permettant d'assurer valablement les fonctions de taxation et / ou de péage automatique à distance, en améliorant et en adaptant des procédés existants de paiement électroniques et elle répond par son principe et sa structure aux spécifications souhaitées par des exploitants de postes de péages et par des autorités de divers Pays désireux d'implanter une procédure

évolutive de taxation routière.

Le procédé d'acquiescement d'un péage à un poste de péage est réalisé de manière similaire aux méthodes de péage manuelles, mais la monnaie utilisée est de type informatique, sous forme de points comptabilisés dans un "porte-monnaie" électronique que les usagers possèdent en propre et dont ils 5 équipent leur véhicule. Les transactions de péage se font à distance, lorsque le véhicule se présente au poste de péage, par prélèvement automatique d'un certain nombre de points (équivalents au droit à payer) et ce "au vol" sans que le véhicule ne doive s'arrêter impérativement.

Ce procédé permet d'intégrer facilement le système automatique de péage aux structures manuelles (qui de toute façon devront être conservées pour les usagers qui ne désirent pas utiliser le système 10 automatique) et sans que sa mise en oeuvre nécessite des modifications importantes des infrastructures routières ou une réadaptation des habitudes des usagers. Les transactions de péage se font de manière anonyme pour autant qu'aucune anomalie ou fraude ne soit détectée.

Le système se compose d'une part d'équipements fixes, appelés "interrogateurs"; chaque interrogateur peut être placé soit au-dessus d'une voie de circulation (sur un portique par ex.) soit sur le côté de la voie 15 de circulation, à une certaine hauteur par rapport à la chaussée, de manière à viser vers les véhicules en approche sur cette voie de circulation.

L'interrogateur, installé de cette façon, couvre une zone (appelée "zone de capture") dans laquelle il est capable d'interroger et de communiquer avec les équipements récepteurs / répondeurs, appelés transpondeurs, montés à bord des véhicules.

20 Dans le cas de routes à plusieurs voies de circulation, plusieurs interrogateurs peuvent être placés pour que chacun couvre une voie de circulation. Les interrogateurs sont munis d'une unité de transmission (d'émission et réception) à rayonnement directif qui détermine le profil de la zone de capture. De manière générale, chaque interrogateur, surtout dans le cas de voies parallèles, crée une zone de capture qui débordé sur la zone voisine pour assurer une couverture sans failles, certains véhicules pouvant éventuelle- 25 ment rouler à cheval sur deux voies de circulation ou effectuer une manoeuvre de dépassement juste dans les zones de captures.

Pour garantir une meilleure couverture d'un axe de roulage à voies multiples, sans séparations physique, chaque voie peut être couverte par un appareil interrogateur dédoublé, de manière à produire deux zones de capture décalées horizontalement et qui se chevauchent partiellement.

30 Cette disposition permet d'augmenter la disponibilité de l'installation fixe si chaque interrogateur est complètement dédoublé et pas seulement les antennes ou organes d'émission et de réception.

L'ensemble des interrogateurs couvrant un axe de circulation doit être relié à une unité de traitement informatique des données.

D'autre part, le système comporte des appareils montés à bord des véhicules, appelés 35 "transpondeurs", lesquels sont les interlocuteurs privilégiés des interrogateurs.

Chaque transpondeur est monté à bord du véhicule de manière à être bien accessible aux interroga- teurs par exemple, fixé derrière le pare-brise du véhicule, en un endroit qui ne gêne pas la visibilité du conducteur, à la hauteur du rétroviseur (derrière celui-ci). Normalement, le transpondeur est un appareil qui comprend au moins deux parties, l'une appelée "transmetteur", pouvant être fixée de manière définitive au 40 véhicule (par collage au pare-brise, par ex.) et l'autre, appelée "module de péage", destinée à être insérée dans un logement du boîtier du transmetteur, prévu à cet effet.

Le transmetteur contient essentiellement les éléments d'antenne(s) (transmission radio) ou d'émission / réception par voie optique (transmission infrarouge) et les circuits électroniques d'interfaces permettant d'assurer la communication "hertzienne" avec les interrogateurs.

45 L'avantage d'une unité de transmission fixée au véhicule de manière permanente est double: d'une part il permet d'inclure dans le transmetteur un code représentatif de la catégorie de véhicule auquel il est attaché, code qui est mis à disposition du module de péage décrit plus loin et d'autre part, le transmetteur peut être installé sur le véhicule de manière optimale sans risques de dérèglement ou d'utilisation non conforme qui pourrait compromettre la fiabilité de la transmission avec les postes interrogateurs. De plus, 50 ceci permet à l'usager de retirer la partie importante (le module de péage) sans s'encombrer de la partie transmission qui est plus volumineuse.

Le module de péage (porte-monnaie électronique) peut se présenter physiquement sous des formes variées, être facile à manipuler et l'usager peut le mettre en poche. Il possède un connecteur et guide d'embrochage compatible avec le réceptacle défini à cet effet dans le boîtier du transmetteur.

55 Il contient d'une part, l'électronique de mémorisation des données, les circuits d'encryptage et de décryptage ainsi que de contrôle d'accès aux données stockées dans la mémoire du module et d'autre, part le circuit d'alimentation avec la batterie ou pile électrochimique; le tout est incorporé dans un habillage résistant.

L'ensemble des circuits électroniques du module de péage est noyé (par enrobage ou par injection) dans la masse du boîtier du module et, selon les modèles, la pile ou batterie peut être soit interchangeable soit également noyée dans le module (modèle à jeter ou à retourner après épuisement de la pile).

La durée de vie d'un module de péage (modèle à jeter) peut être au moins de deux à cinq ans. La technologie des circuits électroniques intégrés actuels permet de réaliser des circuits à fonctions complexes qui ne consomment que très peu d'énergie.

Le module de péage est auto-alimenté par sa pile incorporée, surtout pour la sauvegarde des données emmagasinées en mémoire et sert aussi éventuellement à alimenter la partie transmetteur lorsque le module de péage lui est connecté, auquel cas le transmetteur n'a pas sa propre source d'alimentation (par pile ou raccordement à la batterie du véhicule).

A priori, le transpondeur ne doit pas être alimenté par le circuit électrique du véhicule et est d'un fonctionnement parfaitement autonome, ce qui permet une installation extrêmement aisée (par collage sur le pare-brise, par ex.) et l'utilisateur peut, selon son désir, activer le transpondeur de son véhicule simplement en insérant le module de péage dans le boîtier du transmetteur fixé au véhicule.

Le module de péage comporte en lui les circuits électroniques de décision logiques (par microprocesseur et logiciels nécessaires) pour remplir, en interne les fonctions qui lui sont demandées à distance, sous forme d'instructions à exécuter et gère le protocole de dialogue avec l'appareil interrogateur. L'ensemble des opérations dites "intelligentes" ou à caractère confidentiel sont exécutées par lui, la partie transmetteur n'étant en quelque sorte qu'une interface de communication, qui pourrait être considérée comme "transparent", entre le module de péage et l'interrogateur.

Le transmetteur peut d'ailleurs servir d'interface de réception pour d'autres appareils installés à bord des véhicules, pour autant que les signaux soient compatibles avec les circuits de réception (fréquence, bande passante, etc...).

Un même module de péage peut remplir de multiples fonctions telles que (liste non limitative): abonnement de parking, droit d'entrée en des lieux protégés, péages autoroutiers, taxation pour l'usage de certaines infrastructures, etc...

Il est possible d'avoir une gamme de modules de péages laquelle irait du module avec un nombre limité de fonctions au modèle très complet avec un ensemble de fonctions auxiliaires, le choix du modèle pouvant être laissé à l'utilisateur suivant ses besoins.

Un module de péage peut aussi être prévu sous forme mono-bloc, pour pouvoir servir comme système simple et compact, par exemple, pour des usagers étrangers qui devraient équiper leur véhicule s'ils veulent utiliser le réseau routier d'un pays qui appliquerait la "taxation à l'usage". Le module de péage dans ce cas pourrait comprendre tous les circuits y compris les circuits de communication dans un même boîtier compact et scellé, le module devant être placé derrière le pare-brise du véhicule (collé par exemple) et pouvant être décollé sans dommages pour qu'il soit rendu après usage. Dans ce cas, le transpondeur peut être équipé d'un connecteur similaire à celui d'un module de péage pour permettre de l'initialiser et de valider.

Chacun des éléments composant le système devra être protégé efficacement contre des tentatives de fraudes, la méthode de protection est décrite plus loin.

La description du principe de fonctionnement qui suit est donnée pour information seulement et pour permettre une claire compréhension du système. Le procédé de communication entre équipement fixe et mobile est basé sur une méthode simple (question/ réponse), une des particularités du concept de la présente invention consiste en ce que la "question" ne soit comprise que par des interlocuteurs déterminés et que la "réponse" ne soit comprise que par celui qui a posé la "question", de sorte que les parades soient prévues pour rendre toute fraude extrêmement difficile, voire impossible sans être immédiatement détectée.

La procédure de communication est basée sur le principe suivant.. le poste fixe interrogateur émet continuellement un message signalant d'une part sa présence (celui-ci consiste en un télégramme contenant soit la demande de perception d'un droit de péage soit une instruction à exécuter). Un transpondeur situé dans la zone de portée (zone de capture) capte le télégramme et analyse son contenu. Si la demande est acceptée et correctement interprétée, le transpondeur (mobile) renvoie un télégramme d'acquit avec indication de bonne fin ou s'il n'a pu exécuter correctement la demande (mais l'a reconnue valide), le transpondeur renvoie un télégramme d'acquit avec indication de la cause du refus.

Le transpondeur ne répond que si le télégramme de demande capté est cohérent et qu'il signifie quelque chose pour le module de péage (après avoir passé toute une série de test de conformité très sévères).

Le passage n'est admis comme valable que si le module de péage a acquitté l'instruction de demande. Dans tous les autres cas, le poste fixe constate une irrégularité et peut prendre des actions de rétorsion

telles que avertissement du conducteur par signalisation ou prise d'une photo du véhicule, enregistrement video, etc... De cette façon, l'exploitant peut soit recourir à une perception manuelle soit identifier l'usager contrevenant pour recours ultérieur.

Les télégrammes échangés à distance entre poste fixe interrogateur et transpondeur mobile, consistent en des données digitalisées, transmises en paquets et utilisant un support de transmission du type à ondes électromagnétiques soit du type infra-rouge ou autre. Chaque télégramme ainsi transmis est sécurisé, pour se prémunir des fraudes de toute nature, par technique d'encryptage (selon le standard DES, par exemple) et fait appel à une clef qui sert au brouillage des données à l'émission et qui est indispensable pour reconstituer le message à la réception.

La clef est elle-même un code digitalisé dont le nombre de bits (longueur de la clef) détermine le nombre de combinaisons possibles. Par exemple, une clef de 64 bits permet 10 exposant 19 combinaisons, ce qui rend le brouillage quasiment inviolable mais en plus l'on peut changer la clef régulièrement, ce qui évite que le système ne fonctionne en permanence avec le même code d'encryptage sans qu'il ne soit possible de le changer. Une partie des données du télégramme de demande est transmise "en clair" et est destinée à informer tous les transpondeurs qui se présentent, de l'identité (sous forme d'un code représentatif) de la société exploitante qui utilise le poste interrogateur; dans le transpondeur, le module de péage peut vérifier si celui-ci possède une "souscription ou compte ouvert" pour cet exploitant, ce qui lui permet de ne se préoccuper que des messages d'interrogeurs qui le concernent.

Les données qui suivent dans le télégramme sont donc encryptées au moyen d'une clef sélectionnée parmi une liste de clefs différentes et disponibles en mémoire de l'appareil interrogateur, liste de clefs qui est d'application à ce moment là. La même liste est mémorisée dans chaque module de péage et y a été programmée lors de l'initialisation ou validation du module pour cet exploitant.

Dans le télégramme est inclus un code "en clair" qui indique le numéro d'ordre de la clef dans la liste à utiliser pour décrypter le reste des données, la clef elle-même restant secrète.

La structure du télégramme de réponse est similaire mais le format et le type de modulation sont différents pour permettre de les différencier facilement.

D'autre part, certaines données dans la partie confidentielle d'un télégramme changent à chaque cycle d'interrogation, ce qui a pour effet de rendre la composition digitale des télégrammes chaque fois différente, même si en fin de compte il représente une fonction identique; ceci permet d'éviter la fraude en reproduisant le signal d'un télégramme enregistré au préalable.

Pour ce faire, le télégramme transmis par un interrogateur contiennent, dans la partie sécurisée, des informations de temps (date et heure) mais aussi un nombre produit par un générateur de nombres aléatoires ou pseudo-aléatoires; ce générateur fournissant un nombre nouveau pour chaque cycle d'interrogation.

Il en est de même pour les données contenues dans les messages de réponses.

L'interrogateur transmet dans la partie utile, confidentielle et encryptée de son télégramme de demande, le code représentatif de l'instruction (type de transaction) à effectuer et une table de données relatives à cette instruction. Ces données sont par exemple: tarifs applicables par catégorie de véhicule, lieu du poste fixe, etc... ou une combinaison de ces données.

L'interprétation et le traitement des données, en fonction de l'instruction reçue, incombe entièrement au processeur du module de péage qui seul décide, en fonction des paramètres ou données qu'il a en mémoire, de la recevabilité ou de la suite à donner à la demande de transaction.

Le module de péage constitue l'élément porteur de "valeurs", équivalent à un compte (ou des comptes) crédité(s) d'un nombre de points représentatif de la somme versée par l'usager anticipativement (paiement "bons à valoir" ou par provision), lors de la validation ou initialisation du module de péage.

Le nombre de "points" en compte dans le module représente le solde restant à valoir pour des transactions de péage à venir.

Si le montant d'une taxe ou d'un péage (sous forme d'un nombre de points à déduire) lors d'une transaction automatique dépasse le nombre de points en solde dans le module de péage, la réponse du transpondeur vers le poste interrogateur comportera la mention "solde insuffisant". Le poste fixe peut dès lors décider des dispositions à prendre (photo du véhicule, feu rouge, signaler au conducteur le problème, etc...).

Le module de péage peut aussi exister en version "compte à crédit", avec ou sans limite de validité dans le temps et qui devra être réglé à posteriori, lors de la revalidation du module.

Le module de péage permettant le débit automatique d'un compte banque peut également être prévu et dans ce cas, le télégramme de réponse du transpondeur renvoie les données caractéristiques du compte, la catégorie du véhicule, le type d'usage, etc...

L'utilisation d'un tel type de module de péage nécessitera, dans la plupart des cas, l'introduction d'un

code personnel par la voie d'un clavier à bord du véhicule; ce qui permet d'activer une session de fonctionnement du module de péage pour la durée d'un voyage et permet d'autre part de rendre celui-ci inopérant en cas de vol ou de perte.

5 L'ensemble de ces différents types de modules de péage peuvent parfaitement co-exister dans le système.

Toute opération résultant d'un dialogue entre poste fixe interrogateur et transpondeur mobile est appelée "transaction".

Différentes transactions sont possibles selon les besoins et le contexte et par exemple : transaction de péage d'un droit unique, transaction de péage au kilomètre, transaction de localisation, transaction
10 d'identification, transaction d'accès, transaction de test, etc...

- La transaction de péage d'un droit unique consiste en ce que le poste fixe donne des informations de tarifs à appliquer (télégramme de demande de l'interrogateur), le module de péage exécute l'instruction de péage en soustrayant un certain nombre de points du compte de "valeurs", conformément au tarif indiqué et qui le concerne.

15 Le nombre de points restants constitue le solde de compte en mémoire du module de péage.

- La transaction de localisation consiste à informer le transpondeur, par le télégramme de demande du poste fixe interrogateur, du lieu de passage, considéré comme une entrée dans un secteur.

L'information contient un code univoque du lieu du poste fixe et est mémorisée dans le module de péage, donnée qui servira au moment de l'application de la perception (transaction de péage au kilomètre) lors de
20 la sortie du secteur.

Le code du lieu peut être simplement la borne kilométrique du lieu, la perception se faisant alors sur base de : $Km (sortie) - Km (entrée) = N$, (N étant le nombre de kilomètres parcourus).

L'interrogateur (au poste de sortie) donne la borne kilométrique du lieu de sortie et aussi le tarif par Km et par catégorie (sous forme d'un certain nombre de points à déduire par Km parcourus); le processeur du
25 module de péage effectue le calcul et peut dès lors soustraire le nombre de points nécessaires du compte de "valeurs" en mémoire.

La méthode est appelée perception en deux temps, comme pratiquée sur les autoroutes à péage et permet de se combiner avec les moyens de perception manuels tout en conservant les infrastructures existantes.

- La transaction d'identification permet à un interrogateur de connaître l'identité du véhicule qui se présente,
30 à condition bien sûr que l'utilisateur ait choisi cette option lors de l'acquisition de son transpondeur.

Ceci permet de détecter les véhicules déclarés volés par exemple.

- La transaction de vérification permet à un interrogateur de connaître la catégorie à laquelle appartient le véhicule et la classification de l'utilisateur (handicapé, véhicule de police, transport en commun, etc...). Cette information peut être intéressante pour des opérations de comptages sélectifs des véhicules empruntant un
35 axe routier, à des fins de mesures statistiques par exemple; cette transaction permet aussi de vérifier la validité et le fonctionnement des transpondeurs comme contrôle préalable des véhicules en approche et d'éventuellement les aiguiller vers divers postes de perception.

- La transaction d'accès permet d'autoriser ou non, en fonction de la présence d'un code d'accès inscrit dans les mémoires du module de péage, à un véhicule d'accéder à un lieu protégé tel que parking par
40 exemple.

- La transaction de test permet à l'interrogateur de vérifier si le véhicule qui se présente dispose d'un transpondeur et si celui-ci est valable (non périmé, volé, etc...).

Un interrogateur pour un poste de péage donné ne demande que l'exécution d'un seul type de transaction au passage des véhicules; le type de transaction est défini par l'exploitation du poste de péage
45 ou de taxation.

Le système permet l'extension à d'autres fonctions types de transactions possibles dans le futur sans pour autant compromettre la compatibilité avec les versions initiales.

Pendant la présence d'un transpondeur dans une zone de capture d'un poste fixe interrogateur, ce transpondeur répondra continuellement par un télégramme d'acquit à chaque télégramme de demande
50 reçu de l'interrogateur, pour autant qu'il valide ces messages de demande, de manière à confirmer sa présence dans la zone; la répétition des messages "au vol" est indispensable et permet de garantir, avec une bonne probabilité, que les transactions se fassent avec un taux de rejet minimum.

Pour éviter une double ou multiple taxation d'un même véhicule, le module de péage mémorise l'identité du dernier poste interrogateur auquel il a répondu, refusant d'exécuter à nouveau la même
55 transaction en répondant par un message d'acquit avec mention "déjà exécuté"; il faut que le véhicule sorte de la zone de capture, c'est à dire que le transpondeur repasse en mode de veille pendant un certain délai (quelques minutes); pour réactiver la "taxabilité" de ce même poste fixe (il est très improbable qu'un même véhicule repasse au même poste de péage endéans ces quelques minutes).. par contre, un autre

poste de péage serait immédiatement pris en compte.

Le module de péage contient une fonction complémentaire qui consiste en une mémoire ou une zone de mémoire, réservée à cet effet et dans laquelle l'historique des diverses transactions de péage effectuées est répertorié. Le nombre de transactions ainsi mémorisées dépend essentiellement de la capacité de cette mémoire qui possède une structure de mémoire circulaire (par ex. 250 ou 500 dernières transactions enregistrées); toutes les données sont sauvegardées par la pile d'alimentation incorporée au module.

L'utilisateur a dès lors la possibilité, lors d'une opération de validation dans un bureau agréé, de demander l'impression de la liste des transactions enregistrées dans la mémoire de son module de péage. Il peut ainsi disposer d'un document pouvant servir à des fins de contrôle ou d'archivage.

Les données emmagasinées dans un module de péage sont protégées par les divers codes d'encryptage, mais aussi par un circuit électronique ou par logiciel interne qui permet de détecter une activité d'interrogations anormalement élevée aux bornes de contacts du module (tentatives de percer les codes par simulation systématique de toutes les combinaisons) et qui a pour effet de verrouiller tout dialogue et de rendre le module inopérant, éventuellement nécessitant une réinitialisation (qui peut détecter la cause du verrouillage) de celui-ci.

Toute agression physique du module a pour effet, de par sa construction mécanique, d'effacer immédiatement les mémoires du module et très probablement la destruction des circuits qu'il contient.

Pour être opérationnel, le module de péage doit bien sûr être initialisé et programmé, ce qui se fait par souscription du détenteur (l'utilisateur) au système de péage automatique proposé par l'Exploitant, c'est à dire en s'adressant dans des "points de ventes" ou bureaux agréés (les banques par ex.) qui sont équipés d'un appareil spécifique destiné à la programmation des modules de péages, appelé "programmeur".

L'utilisateur détenteur (propriétaire) d'un module de péage dispose d'un code secret du style code personnel utilisé pour les cartes de crédit.

Toute action de programmation du module de péage nécessite l'introduction par clavier de ce code et éventuellement du ou des numéro(s) des transmetteurs concernés sur le(s)quel(s) le module pourra être installé.

La programmation du module de péage consiste à lui injecter dans les mémoires, par le connecteur, les divers paramètres à l'aide d'un jeu de télégrammes spécifiquement destinés à cet effet et comprenant : l'identité de la Société d'exploitation concernée, les codes d'accès, les listes de clés d'encryptages en vigueur, le nombre de points mis en crédit et payés, etc...

Toutes les données confidentielles correspondantes (et appartenant exclusivement à l'exploitant et l'organisme bancaire) telles que code d'identité, liste de clés d'encryptages, codes d'accès, etc... sont sécurisées dans l'appareil programmeur, qui lui-même est protégé.

Le module de péage peut être produit en diverses capacités et une gamme de versions différentes pourrait être proposée aux usagers.

Un même module peut contenir soit une mémoire soit des partitions de mémoires, chaque partition étant fonctionnellement autonome.

La gestion de ces partitions est assurée par le processeur de traitement du module de péage qui peut dès lors recevoir les paramètres pour une série de souscriptions différentes.. par exemple: partition a) = Société d'autoroute "ABC", partition b) = péage Parking "FGH", c) = péage Tunnel "XYZ", etc...

L'intérêt de l'utilisateur est que le transpondeur dont il équipe son véhicule soit utilisable à plusieurs fins. La partie transmetteur dispose quant à elle d'un code préprogrammé et d'un code auxiliaire déterminant la catégorie du véhicule: voiture de tourisme, camionnette, poids lourd, etc... et d'un code de la classification de l'utilisateur: handicapé, police, militaire, etc...

Le module de péage tient compte de ces codes pour adapter la taxation ou le péage en fonction de la catégorie du véhicule et classe, le tarif applicable pour chaque catégorie ainsi que pour chaque classe étant donné dans le télégramme de l'interrogateur.

Mécaniquement, le transmetteur lui-même est protégé contre toute agression physique, une telle agression entraînerait en la destruction des circuits qu'il contient ou la mise hors service de l'équipement quand l'on tente de le démonter du véhicule ou de le décortiquer.

Pour économiser l'énergie de la batterie d'alimentation du transpondeur, ou de celle contenue dans le module de péage, celui-ci possède un circuit de contrôle permettant, entre autres, de maintenir en veille la plupart des circuits électroniques et donc de limiter la consommation à la conservation des mémoires de données dans le module de péage; le circuit de réception du transpondeur (partie transmetteur) est activé cycliquement pendant un court instant puis remis au repos, procédure qui permet au transpondeur de détecter s'il est ou non dans une zone de capture d'un interrogateur, en économisant au mieux l'énergie. Le circuit de réception, s'il est dans une zone de capture, peut donner un signal au circuit de contrôle qui activera les circuits internes du module de péage, pour permettre l'analyse du message d'interrogation: en

fonction du résultat de ce décodage, les circuits de réponse seront activés ou non.

Les appareils interrogateurs installés sur un poste de péage ou de taxation pourront être reliés à une unité centrale de traitement informatique.

Toutes les transactions effectuées pourront donc être traitées à des fins de gestion (comptabilité, statistiques, etc...), cette unité centrale pouvant également décider la prise de photo, ou l'enregistrement vidéo, etc...

La détection de présence d'un véhicule dans la zone d'un interrogateur peut être réalisée par des boucles inductives installées dans le revêtement de la route, par exemple.

Il en est de même pour les détecteurs de sortie de zone (après la zone de capture), ces détecteurs permettent de déterminer si un véhicule est passé sans avoir acquitté son droit de passage.

Les figures jointes permettent d'illustrer le fonctionnement du système de péage. Les figures 1, 2, 3 et 4 décrivent des exemples d'installation des équipements.

La figure 1 (A et B) montre en profil, l'approche d'un véhicule (2) dans la zone de capture (3) de l'interrogateur fixe (1), la zone hachurée (3) donne une représentation imagée de la forme de la zone de capture produite par l'interrogateur, zone qui représente un volume dans l'espace dans lequel la communication entre équipement fixe et mobile peut s'établir.

La figure (1A) montre un véhicule (2) qui s'approche de la zone de capture (3) à la vitesse (V). La figure (1B) montre le véhicule (2) un instant plus tard dans la zone de capture (3).

La communication (5) peut s'établir alors entre le poste fixe interrogateur (1) et le transpondeur (4) situé à bord du véhicule qui continue à se déplacer à la vitesse (V) pour sortir de la zone de capture, en passant sous ou à côté de l'interrogateur fixe un instant plus tard.

Le temps de présence du véhicule dans la zone de capture est lié à la vitesse du véhicule et à la dimension (portée de communication) de cette zone de capture, celle-ci ne pouvant être trop petite pour permettre l'échange des messages, mais devant être limitée en pratique pour bien cerner la zone voulue, sans risques de déborder outre mesures.

La figure 2 illustre en perspective l'approche du véhicule (2) muni de son transpondeur (4) situé derrière le pare-brise de manière à être bien accessible lors de la présence de celui-ci dans la zone de capture (3) de l'interrogateur (1), chaque voie de circulation étant "couverte" par un interrogateur séparé mais ceux-ci étant reliés entre eux et avec un centre de traitement des données (C) par une liaison câblée (13); l'ensemble constitue un poste de péage.

La figure 3 (A et b) montre un exemple de disposition des appareils transpondeurs à bord des véhicules.

Le transpondeur (4) peut être judicieusement placé par collage derrière le pare-brise (7), sur la face interne de celui-ci, que ce soit une voiture particulière, un camion ou un autobus (fig. 3 B).

L'installation à l'intérieur du véhicule protège le transpondeur (4) des intempéries et rend aisée l'embrochage du module de péage (10) dans le logement prévu à cet effet dans le boîtier du transpondeur.

La figure 4 illustre en perspective une autre disposition des appareils interrogateurs fixes (1). Dans ce cas, ils sont disposés au-dessus de chaque voie de circulation, sur un portique par exemple et ils sont inclinés vers le bas, en direction des véhicules en approche (2) sur la voie de circulation concernée, de façon à obtenir des zones de captures (3) qui couvrent convenablement chaque voie et pour que chaque interrogateur (1) puisse bien accéder aux transpondeurs (4), accessibles par l'avant des véhicules.

Le portique peut être équipé, comme dans la figure, pour les deux sens de circulation; les interrogateurs sont disposés de manière équivalente mais de l'autre côté du portique (P).

La figure 5 permet d'illustrer l'échange des télégrammes entre interrogateur fixe et transpondeur mobile.

Les graphiques (TX et RX) représentent la répartition des événements sur l'axe du temps (t).

Le tracé (TX) montre en (51) l'envoi par l'interrogateur du télégramme de demande suivi d'une période d'écoute (52); la durée d'envoi du télégramme correspond à un délai (53) constant car les télégrammes sont de longueur fixe, la phase d'écoute nécessitant un délai plus long (54) qui sera défini plus loin.

Le cycle ainsi constitué possède une période égale au temps (55) et se répète continuellement.

En effet un interrogateur fixe ne sait a priori pas quand des véhicules passeront et sert aussi de balise avertissant le ou les transpondeur(s) qu'ils approchent d'un interrogateur.

Le tracé (RX) montre la répartition dans le temps (t) et à la même échelle que l'axe (TX), du télégramme de réponse que peut émettre le transpondeur qui se trouve dans la zone de capture de l'interrogateur.

La synchronisation se fait, au niveau du transpondeur sur base de la détection de la fin du télégramme de demande (51) tel que capté par le transpondeur (instant (58)); le traitement et l'analyse du contenu de ce télégramme reçu prend un temps (tc) après quoi, le transpondeur dispose pour 1 exemple de 4 fenêtres

de temps (F1 à F4) parmi lesquelles il doit en choisir une, s'il veut envoyer un télégramme de réponse.

Chaque fenêtre de temps correspond à un délais égal à (t_1) qui est légèrement supérieur au temps imparti (57) pour l'envoi d'un télégramme de réponse et est donc décalé de façon égale avec des retards par rapport au point (59) de (t_0) , (t_1) , (t_2) , (t_3) et ces délais valent respectivement 0, t_1 , 2 fois t_1 , 3 fois t_1 .

5 Le choix de la fenêtre pour la réponse se résume au choix d'un délais parmi ces quatre délais déterminés et se fait sur base d'un générateur de nombres aléatoires (dans le transpondeur) qui sélectionne un de ces délais à appliquer avant l'envoi du télégramme de réponse.

Cette même procédure est d'application pour tous les transpondeurs en service et assure que les télégrammes de réponses ne risquent pas de brouiller les télégrammes de demandes émis par les
10 interrogateurs, mais une autre raison pour l'usage de cette procédure est expliquée dans la figure 6.

Le temps (56) représente le temps global pour 4 fenêtres de réponses, un délais supplémentaire (t_b) est prévu dans le calcul du délais d'écoute de l'interrogateur comme réserve pour compenser les dérives entre les divers transpondeurs et pour être certain que le télégramme émis par l'interrogateur ne le soit trop tot, le temps d'écoute (54) du poste interrogateur est donc défini comme étant la somme des délais
15 suivants: $(t_c + (4 \text{ fois } t_1) + t_b)$ et est valable pour tous les postes interrogateurs.

A chaque cycle d'interrogation, un transpondeur n'émet au maximum qu'un seul télégramme de réponse, le restant du temps (les autres fenêtres de temps) est donc disponible pour la réponse que d'autres transpondeurs pourraient faire dans le même cycle d'interrogation.

La figure 6 illustre le dialogue entre un interrogateur et différents transpondeurs par un exemple de
20 multiplexage dans le temps de la communication avec chaque transpondeur présent dans la zone de capture. Les graphiques représentent dans le temps (t) les diverses chronologies des événements.

Le tracé (TX) montre les cycles d'interrogation (C1, C2, C3, C4, etc...) tels qu'émis par un poste interrogateur et tels que captés par les transpondeurs présents dans la zone de capture, chaque cycle débute par le télégramme de demande (51).

25 La réponse de chaque transpondeur présent (trois pour l'exemple) est représentée suivant les axes (ra, rb, rc) tandis que l'axe (RX) montre la chronologie des messages tels que capté par le récepteur du poste interrogateur, qui est en quelque sorte l'addition des divers messages de réponses des transpondeurs présents.

Dans le cycle (C1), par hasard, les trois transpondeurs (Ra,Rb,Rc) répondent en même temps (62), les
30 messages de réponses se télescopent ce qui se traduit par une réception (61) brouillée et incompréhensible au niveau de l'interrogateur, si aucune mesure n'est prise cette situation a beaucoup de chance de se répéter pour les cycles suivants et que finalement peu ou aucune transaction ne puisse aboutir pendant le passage des véhicules.

Le décalage dans le temps et dans des espaces de temps bien définis mais sur base d'une
35 composante aléatoire permet de garantir, selon les règles des probabilités, que jamais les messages de réponses de plusieurs transpondeurs ne se brouilleront mutuellement de façon permanente.

Il est raisonnable de considérer qu'au maximum 3 à 4 véhicules puissent être présents à la fois dans l'espace réduit qu'est une zone de capture d'environ 15 à 20 mètres.

L'effet de la composante aléatoire est représenté sur les mêmes tracés aux cycles suivants.

40 Dans le cycle (C1) les trois réponses ont lieu par hasard dans la première fenêtre de temps; aux cycles suivants (C2), (C3), les télégrammes de réponses se distribuent aléatoirement dans différentes fenêtres de temps et le résultat, au niveau de la réception par l'interrogateur se traduit par la possibilité de capter valablement les trois télégrammes de réponses consécutivement (RX2, RX3), dans le temps d'écoute de chaque cycle.

45 De même, pour le cycle (C4) où deux télégrammes se brouillent en (61), le troisième (ra) est décalé et correctement capté (RX4); au cycle suivant (C5) les trois messages sont à nouveau répartis et pourront être captés par l'interrogateur.

La figure 7 explicite la structure interne des télégrammes échangés entre poste fixe et mobile. Deux types de télégrammes sont prévus: le premier est le télégramme émis (TS) par le poste interrogateur vers
50 le transpondeur mobile et le second concerne le télégramme de réponse (RS) du transpondeur vers le fixe, chaque type de télégramme étant de structure bien définie et de longueur constante (nombre de bits fixe).

Par convention, les bits transmis consécutivement sont représentés sur les graphiques de gauche à droite, le premier bit transmis étant le plus à gauche, le dernier le plus à droite sur les axes du temps (t). Le tracé (TS) montre le début (au point (v)) de la transmission; un train de bits formant le télégramme est
55 émis pendant le délais (53) pour se terminer en (w) et est suivi d'une période (54) de silence (non émission ou non modulation de la part de l'interrogateur).

Le nombre de bits ainsi transmis est constant (160 pour l'exemple).

Le télégramme composé de ces bits est subdivisé en 4 groupes distincts comprenant chacun un

nombre défini de bits d'informations; la partie (S1) comprend 24 bits et constitue l'entête du télégramme, la partie (S2) de 8 bits contient le numéro de la clef de décryptage à appliquer pour pouvoir analyser la suite du télégramme. Cette suite ayant été encrypté par l'interrogateur au moment de son émission, le décryptage est indispensable pour permettre l'interprétation du contenu de cette partie (S3).

5 La partie (S3) contient donc l'ensemble des bits restants du télégramme soit 128 bits parmi lesquels 16 bits forment la partie (S4), noyée quelque part dans (S3), qui est destinée à la vérification de l'intégrité du contenu du télégramme reçu (code de contrôle d'erreurs de transmission).

La partie utile de (S3) comporte dès lors 112 bits pour les paramètres de transaction.

Ces paramètres comportent l'instruction du type de transaction à effectuer et par exemple, les tarifs de 10 péages à percevoir pour chaque catégorie de véhicule, etc...

Le tracé (RS) montre la structure d'un télégramme de réponse émanant d'un transpondeur et se compose d'un entête (S5), qui contient un code de référence du module de péage, le numéro de clef d'encryptage (S6) qui est nécessaire pour l'interprétation de la suite du télégramme; la partie encryptée (S7) incluant le code de contrôle (S8), le tout comportant 144 bits (pour l'exemple) et nécessitant un délais 15 de transmission (57) pour être envoyé.

Chaque télégramme possède une partie émise "en clair" pouvant être interceptée mais ne dévoilant en rien le moyen pour décrypter le reste.

La partie "en clair" permet à tout les transpondeurs (aussi ceux qui ne seraient pas abonnés vis à vis de cet exploitant) d'analyser l'identité de la société d'exploitation du poste de péage rencontré et 20 d'abandonner de suite toute interprétation du reste du télégramme si le code d'entête n'est pas reconnu, le transpondeur ne pouvant de toute façon pas répondre quand le poste de péage lui est inconnu.

La figure 8 reprend le schéma-bloc des divers éléments fonctionnels constituant un appareil interrogateur fixe.

L'exemple considère une transmission entre fixe et mobile par ondes radio du type hyperfréquences, 25 avec antenne directive de type cornet qui détermine, par son gain et sa géométrie, la zone de capture pour les véhicules.

En (81) l'antenne d'émission/réception est reliée au coupleur directionnel (82) ou circulateur permettant d'utiliser la même antenne en émission et en réception. Le coeur de l'interrogateur est un microprocesseur de traitement (cpu) qui possède les circuits d'interfaces de contrôle (uP), de sérialisation des données (bits) 30 en émission (88), le registre à décalage pour la réception (89) et les circuits de communication (90) avec les circuits de mise en forme des signaux de ligne (91) compatibles avec la norme EIA/RS 422 par exemple.

La liaison (13) permet de raccorder l'interrogateur avec l'unité centrale de traitement (voir fig. 9). Le circuit (86) assure les fonctions d'encryptage et de décryptage des messages et garde en mémoire propre 35 les données confidentielles, comme les clefs d'encryptage. L'alimentation de l'interrogateur est fournie soit par le secteur soit par une alimentation spécifique via la ligne (94); les diverses tensions internes (96) sont générées par le bloc alimentation (92).

Le microprocesseur (μP) possède les mémoires nécessaires pour la conservation des programmes indispensables au fonctionnement et à l'exécution des différentes fonctions qui sont nécessaires pour la 40 gestion des transactions de péage ou autres; les paramètres confidentiels comme liste de clefs d'encryptage sont contenus dans les mémoires du circuit (86), sous contrôle du processeur via les lignes (87) et protégés contre des tentatives de manipulations frauduleuses.

Lors de l'émission d'un télégramme, le microprocesseur sérialise les bits dans l'ordre requis et ceux-ci se présentent sur la ligne (98) et sont injectés dans le modulateur du générateur de porteuse ou oscillateur 45 (83), le signal (80) étant injecté dans l'antenne (81) via le circulateur (82).

En réception, l'oscillateur (83) n'est pas modulé et le signal constitue une fréquence porteuse pure dont une fraction est injectée dans la ligne (95), le signal de réception y étant combiné et le détecteur (84) utilisant donc l'oscillateur (83) comme oscillateur local.

Le signal démodulé, représentatif des données (réponses) émanant des transpondeurs, ainsi obtenu est 50 injecté dans le circuit amplificateur (85) qui met en forme les signaux digitaux (bits) pour les mettre à disposition du microprocesseur par la ligne (99); de plus, une autre ligne (CD) informe ce dernier du fait que des données sont prêtes à être réceptionnées, c'est à dire qu'un transpondeur répond (carrier détect).

La figure 9 montre un exemple de raccordement de plusieurs interrogateurs (I1 à I4) au moyen d'une 55 ligne de transmission (13) les reliant à l'unité centrale de traitement (Ct) qui concerne le poste de péage (Pp), chaque interrogateur créant une zone de capture individuelle (3) pour chaque voie de circulation. Cette liaison permet le transfert des données résultant des diverses transactions vers un centre de traitement pour la gestion, mais aussi cette liaison permet de synchroniser les divers interrogateurs raccordés.

La structure interne d'un transpondeur est décrite dans la figure 10 qui se compose de deux parties, d'une part le transmetteur dans l'encart (B) et d'autre part le module de péage dans l'encart (D), la connexion des deux parties se faisant au niveau du connecteur (C) et qui comprend les bornes de contacts électriques, les 2 éléments mâle-femelle du connecteur faisant respectivement partie du boîtier du transmetteur en jouant le rôle de réceptacle pour y insérer le module de péage qui lui contient l'autre partie faisant partie intégrante du boîtier moulé de celui-ci.

La partie transmetteur (A et B) se compose, dans l'encart (A), de l'antenne (101) de transmission (compatible avec l'exemple de transmission adopté pour l'interrogateur) qui est connecté au coupleur directionnel (102) permettant l'usage de la même antenne pour l'émission et la réception, cette partie (A) dépend essentiellement de la technique de transmission adoptée.

Le signal de réception (103) du transmetteur (encart B) est détecté et extrait de sa porteuse par le circuit de détection (104) qui est suivi d'un étage d'amplification (105) et de mise en forme du signal digital (tel que représenté dans la fig. 11, tracé X1).

Le signal obtenu est dirigé vers le circuit (107) qui consiste en un oscillateur et boucle à verrouillage de phase destiné à extraire la composante horloge que devrait contenir un signal réellement émis par un interrogateur (cfr. fig. 11 et 12) et de vérifier si cette composante possède la bonne fréquence.

Le circuit (107) est en liaison avec le circuit (106) générateur d'impulsions cycliques qui active, à chaque impulsion via la ligne (108), régulièrement mais brièvement (de l'ordre de la milliseconde), les circuits de réception (104) et (100); ces impulsions ont la forme telle que montrée dans le tracé (R1 de la fig. 12), la fréquence de ces impulsions étant telle que la réception soit activée au moins une à deux fois dans le temps que prend la transmission d'un télégramme de demande d'un interrogateur.

Si pour l'exemple, le télégramme de demande prend 10 millisecondes et ceci toutes les 60 millisecondes (cycle d'interrogation), le générateur d'impulsion (106) peut pour que la détection puisse se faire sans rater les émissions d'un interrogateur, fournir des impulsions de 1 milliseconde et ce toutes les 8 millisecondes, ce procédé permet de réduire la consommation du circuit de réception d'environ un facteur 8 ce qui est appréciable pour tout équipement fonctionnant sur pile.

Tant que le circuit (107) n'a pas confirmé la détection de cette composante d'horloge en activant la ligne (110) dont le signal est représenté à la fig. 12, tracé (R2), la ligne (108) continue à générer des impulsions correspondant à de courtes périodes d'écoute en réception.

La synchronisation du circuit (107) avec le générateur d'impulsions (106) est faite par la même ligne (108) qui lui indique les moments d'écoute nécessitant une période d'activité du circuit (107) et pouvant se mettre en veille en dehors de ces périodes (l'objectif est de limiter au maximum la consommation des circuits en ne les faisant fonctionner que sporadiquement).

La confirmation de détection d'un signal correspondant à un interrogateur est envoyée sur la ligne (112) pour activation du module de péage via la borne du connecteur; la ligne (112) sert aussi au transmetteur pour savoir si un module de péage lui est connecté, par l'analyse du niveau de tension par le circuit (7); tension qui est différente lorsque la borne est "en l'air" ou si elle est connectée à un module de péage. Si le transmetteur dispose de sa propre alimentation ou pile (option (E) qui fournit la tension par la ligne 131), cette détection est utile pour désactiver complètement le transmetteur s'il n'y a pas de module de péage branché.

La distribution des tensions d'alimentation aux divers circuits internes du transmetteur est réalisée par la ligne (111) et pilotée par le circuit (107), ce circuit jouant le rôle de superviseur pour l'activité du transpondeur.

L'activation des circuits (117, 118, 120) est réalisée par la ligne de contrôle (141).

Le signal démodulé de réception (109) est mis à disposition du processeur du module de péage, via une borne du connecteur, pour analyse des données reçues. La ligne (115) sert à envoyer les données digitales générées par le processeur du module de péage au circuit modulateur (117) lequel transpose les états logiques "0" et "1" en deux fréquences de modulation selon le principe FSK (Frequency Shift Keying).

Cette modulation en fréquence est envoyée au circuit (118) pour superposer le signal (130) à la porteuse RF par modulation de celle-ci en BLU (modulation à Bande Latérale Unique ou Single Side Band), la porteuse étant celle, émise par l'interrogateur, qui est captée par l'antenne du transmetteur et une fraction de cette porteuse, mais modulée avec les données du télégramme de réponse, est réfléchi (signal 119) vers l'interrogateur via l'antenne (101) et le coupleur (102).

Le circuit (118), modulateur de type BLU, peut faire usage de la caractéristique propre à une diode de type varicap ou varactor, caractéristique qui comporte une variation de la capacité de jonction du semiconducteur en fonction de la tension appliquée à ses bornes, circuit qui permet de générer la modulation de type d'amplitude d'une fréquence porteuse par l'absorption de l'énergie du signal de cette

porteuse en désadaptant une ligne de transmission, de manière contrôlée par la présence de la capacité variable de la diode varicap en un endroit déterminé de cette ligne; l'énergie résiduelle de la porteuse en sortie de ce modulateur comporte une fréquence porteuse identique à la porteuse incidente mais avec une composante de modulation d'amplitude (BLU) possédant les caractéristiques du signal de modulation (130) appliqué aux bornes de la (ou les) diode(s) varicap.

La polarisation d'une diode varicap ne nécessite que très peu d'énergie, caractéristique très intéressante pour l'application présente.

La modulation de type BLU présente deux avantages majeurs: l'un parce que le rendement de la transmission des données de réponse est meilleur et l'autre permettant la réception et la démodulation de ces signaux au niveau de l'interrogateur de manière plus sûre car le signal de réponse est perturbé par l'effet Doppler qui affecte la transmission entre fixe et mobile à cause de la vitesse de déplacement du véhicule dans l'axe de propagation des ondes radio.

Ceci crée un glissement de fréquence de la porteuse qui, dans le cas présent, est multiplié par deux car celle-ci fait un aller-retour vers le transpondeur puis réfléchit vers l'interrogateur.

Avec la modulation du signal de réponse, la détection et la démodulation d'un signal de type BLU est beaucoup moins sensible à la présence de ce glissement de fréquence porteuse.

L'utilisation d'une modulation différente pour l'émission et la réception des données permet de discerner facilement l'origine des émissions et de rejeter ce qui n'est pas utile.

D'autre part, la technique d'envoi des messages de réponse par un procédé de "réflecteur modulant" qui utilise l'énergie du poste fixe pour renvoyer le télégramme de réponse à celui-ci, permet au niveau du transmetteur mobile, de ne pas avoir besoin de source d'émission ni de puissance pour générer cette source et dès lors, de bénéficier d'une substantielle économie d'énergie ce qui permet d'envisager un fonctionnement autonome du transpondeur dans le véhicule.

Le circuit (120) est un registre à décalage de 64 bits par exemple, qui est préprogrammé en fabrication avec le numéro de série du transmetteur et comprend un code permettant de définir la catégorie du véhicule auquel il est destiné.

Le registre (120) est initialisé par la ligne (141), le signal (114), issu du module de péage, sert d'horloge pour la cadence de décalage des bits dans le registre (120).

Les bits qu'il contient sont sérialisés sur la ligne (113) en sortie pour lecture par le module de péage. Après lecture du contenu de ce registre, le module de péage signale, par la ligne (142), qu'il a terminé et que le circuit superviseur peut désactiver le registre (120).

L'analyse des informations ainsi recueillies dans le module de péage permet de vérifier s'il peut être branché sur ce transmetteur (et par là, sur le véhicule en question) et si oui, de définir la catégorie du véhicule concerné.

La ligne (GND) représente la référence électrique d'alimentation (0 volt) et les signaux pour l'ensemble des circuits électroniques du transpondeur.

La ligne (142) sert également à informer le module de péage que celui-ci est branché sur un transmetteur, par détection de l'état logique sur cette ligne.

La partie (D) représente sous forme schématique, la description du module de péage dont le circuit central est constitué d'un micro-contrôleur (entouré d'un pointillé (140)); les diverses fonctions sont réalisées par programme, consigné dans la mémoire ROM (126) du circuit sous forme d'une liste d'instructions plus ou moins élémentaires et figé de manière permanente dans cette mémoire à la production du circuit.

Le circuit de supervision (121) sert d'une part à assurer la distribution des alimentations aux circuits du module de péage et au transmetteur via la ligne (111).

D'autre part, il surveille le signal (112) pour éventuellement activer le micro-contrôleur s'il y a lieu, via la ligne (132).

Quand ce signal logique est à l'état "0" ou non actif, le micro-contrôleur passe en mode veille (standby) qui consiste en un mode à très faible consommation d'énergie et le circuit est à l'arrêt mais le peu d'énergie est consommé pour la sauvegarde des états internes de ce circuit (140).

La ligne (135) sert à alimenter le circuit micro-contrôleur du module de péage lorsqu'il est branché sur le transmetteur, sinon le micro-contrôleur est desalimenté par le circuit (121) qui détecte un branchement (ou débranchement) par la ligne (142). En régime débranché, le circuit (121) reste alimenté en régime statique et bien sûr, la mémoire vive RAM (127) qui contient les paramètres de fonctionnement et les comptes de péages.

Le circuit (129) gérant toutes les fonctions d'encryptage (confidentiels) possède une zone mémoire spéciale destinée à la conservation (et la protection) des clefs d'encryptage et codes d'accès; cette mémoire, interne au circuit (129), ne peut être relue par le processeur et toutes les opérations sécurisées

se font dans ce circuit.

Les données contenues dans la mémoire du circuit (129) sont sauvegardées par la pile d'alimentation via la ligne (136).

La mémoire (127) est directement alimentée par la pile (128) via la ligne (136) qui alimente aussi le circuit (121).

Les signaux (143) permettent la gestion des données en mémoire (127) et du circuit (129) par le micro-contrôleur.

Le signal logique (133) change d'état lors de l'insertion du module dans le transmetteur (mise en connexion) et permet au circuit (124) de s'initialiser (reset).

Après initialisation, qui consiste en une série de vérifications fonctionnelles internes et à la lecture du code du transmetteur (120), le micro-contrôleur indique par le signal (134) qu'il est prêt ou non au circuit (121).

Le micro-contrôleur (140) dispose des interfaces (125) lui permettant de communiquer avec les circuits périphériques.

Après vérification du code du transmetteur et comparaison avec la liste de codes en mémoire RAM (127), le signal logique (134) indique au circuit (121) que celui-ci peut recevoir et accepter (quand il en aura) des demandes d'activation sur la ligne (112) du transmetteur.

Lors d'une transition de la ligne (112), le circuit (121) active le micro-contrôleur par la ligne (132) qui redémarre son programme qui lui permet entre autres, de lire et d'analyser le signal de réception sur la ligne (109) en passant par le registre à décalage (122), destiné à convertir les bits sérialisés en paquets de 8 bits, appelés "octets", plus facilement manipulables par le micro-contrôleur. La première mission de celui-ci est de détecter le début d'un télégramme puis d'en acquérir tous les bits convertis en octets et de vérifier si le nombre reçu est correct.

Après quoi, le programme passe à l'analyse de la partie "en-tête" qui contient le numéro (en clair) d'identification de la société d'exploitation du poste de péage et vérifie avec le numéro ou la liste de numéros contenus dans la mémoire RAM (127).

Si l'en-tête correspond, c'est que le module de péage possède un compte pour cet exploitant et que donc une transaction est possible.

Après ce test et s'il est positif, le programme décrypte (par le circuit (129)) le reste du télégramme en utilisant une clef faisant partie des paramètres de l'exploitant, injectés dans la mémoire RAM (127) lors de la validation du module de péage; clef qui est définie par le numéro donné dans l'entête et qui doit nécessairement faire partie de liste de clefs qui sont en mémoire.

Une fois le télégramme décrypté, un test de validité est effectué avec le code de contrôle permettant de vérifier l'intégrité du contenu du message après quoi, le code représentatif de la macro-instruction (type de transaction) est extrait du paquet de données et le micro-contrôleur exécute le sous-programme de traitement spécifique qui correspond à cette transaction.

Chaque code de transaction (macro-instruction) est représenté par un sous-programme correspondant dans la mémoire ROM (126) du micro-contrôleur (140), ceci permet selon les besoins futurs, de compléter la bibliothèque de sous-programmes et donc de permettre l'extension du système à d'autres fonctions.

Après exécution du sous-programme de traitement, le micro-contrôleur repasse la main au programme principal qui met à jour les paramètres internes de fonctionnement tels que compteur d'interrogations, numéro de transaction, etc... et prépare le télégramme de réponse.

Dès que le télégramme de réponse peut être envoyé (voir fig. 6 pour l'explication de la composante de retard aléatoire), le circuit de sérialisation (123) est chargé par octet à la fois via les lignes (138) et sérialisé par les lignes de contrôle (139) à une cadence déterminée par le micro-contrôleur.

Les bits se présentent séquentiellement sur la ligne (115), en entrée du modulateur (117) qui a été activé par la ligne (141), dès que le dernier bit est émis, le programme complète la mémoire des historiques avec les caractéristiques de la transaction qui vient d'avoir lieu et après quoi, il peut reprendre la phase d'écoute et le cycle peut recommencer.

Le micro-contrôleur possède un compteur de temps (par programme) qui permet de signaler par la ligne (134) qu'il n'y a plus de messages reçus depuis un certain temps et qu'il y lieu de repasser en mode veille.

Ce compteur peut également servir à signaler au programme de traitement que le temps pendant lequel le transpondeur reste activé devient anormalement long (le véhicule peut être bloqué sous un interrogateur). Le programme peut dès lors décider de forcer la déactivation du transpondeur pendant un délais déterminé (quelques minutes, par ex.) en commutant la ligne (144) pour enclencher ce délais dans le temporisateur que contient le circuit (121), après ce délais l'ensemble repasse en mode veille et le transpondeur peut redevenir opérationnel.

La figure 11 illustre le mode de transmission et de modulation utilisé pour la transmission du poste fixe interrogateur vers les transpondeurs mobiles (télégrammes de demandes).

Le graphique (X1) représente sur l'axe du temps (t), la modulation de la porteuse d'émission sous forme de modulation d'amplitude, proche ou égale du "tout ou rien", les zones hachurées montrent la présence de porteuse (énergie émise), les zones non hachurées montrent les périodes où aucune énergie est transmise, l'enveloppe étant représenté en trait plein et représentant le signal tel que reçu derrière le détecteur (et amplifié) du transpondeur.

Cette modulation s'appelle PWM (Pulse Width Modulation) c'est à dire modulation de largeur d'impulsion. Le signal ainsi obtenu possède deux informations: d'une part, l'information digitale ou la valeur des bits du télégramme et d'autre part, une composante horloge (fréquence qui est égale à la cadence de transmission des bits) que l'on peut extraire au niveau du transpondeur.

Le tracé (X2) montre le mécanisme d'extraction de la composante horloge du signal (X1) en détectant les flancs montants qui se présentent à intervalles réguliers et les impulsions (a) sur le tracé (X2) correspondent à chaque flanc montant du signal incident.

Le signal ainsi dérivé (X2) permet l'accrochage d'un oscillateur commandé par une boucle à verrouillage de phase (PLL) qui génère une fréquence d'horloge (X3) synchronisée et en phase avec le signal détecté (X1). L'horloge est d'allure symétrique; le rapport cyclique est d'environ 50% - 50%, le délai (t1) étant approximativement la moitié de la période (Px). Ce signal d'horloge (X3) possède donc une fréquence qui "suit" fidèlement la cadence des bits du signal reçu d'un interrogateur, donc de valeur connue et valable pour tout interrogateur.

Cette fréquence doit être de valeur déterminée (par exemple 16 Khz. signifiant un débit binaire ou vitesse de transmission de 16 Kbits/seconde) pour que le signal capté (X1) puisse être considéré comme réellement émis par un interrogateur et non du bruit ou des interférences.

Si la boucle à verrouillage de phase (réglée sur la fréquence nominale et avec une plage de capture permettant de compenser les tolérances) peut accrocher la fréquence, il y a beaucoup de chances que ce soit un interrogateur qui émette et l'activation des autres circuits peut avoir lieu dans le transpondeur, ceci sans analyser le contenu binaire du message.

L'extraction des bits du signal (X1) est faite par le micro-contrôleur du module de péage et est réalisée par échantillonnage au milieu de la période (Px), comme indiqué par le tracé (X4).

La distinction d'un bit de valeur "0" ou "1" est faite par la différence de la longueur de l'impulsion, au moment de l'échantillonnage, ou bien, elle est encore présente et le bit est associé à une valeur "1", soit encore elle n'est plus présente et le bit vaut "0". A l'émission, la longueur d'une impulsion (P1) qui correspond à un délai de 75% environ de la période (Px) est définie comme bit = "1" et pour une impulsion (P0) qui correspond à une durée de 25% de (Px), le bit = "0".

Le tracé (D1) montre les changements d'état (d) où les transitions d'un bit à l'autre correspondent à l'échantillonnage du signal (X1) en les points (c).

Le signal digital (D1) déduit est la séquence exacte des bits tels qu'émis par l'interrogateur et reconstituée au niveau du transpondeur mobile.

La figure 12 montre comment le circuit de réception du transpondeur peut analyser un signal reçu, pendant la courte période d'écoute en mode veille et différencier un vrai signal par rapport au bruit qu'il est susceptible de capter.

Le tracé (R1) montre sur l'axe du temps (t), les courtes périodes d'écoutes (ta) suivies d'une période de repos, le cycle ayant une durée égale à (Y1) et il se répète continuellement sauf s'il y a confirmation de détection.

La cadence de répétition est plus rapide que le temps nécessaire à la transmission d'un télégramme par un interrogateur.

Le tracé (R2) montre le signal logique d'activation des circuits internes au transpondeur, non actifs pendant les cycles (Y1) de veille.

Le tracé (R3) représente le signal détecté à la sortie du circuit de réception (il n'y a pas de signal lorsque la réception est inactive, en période de repos); l'agrandissement de ce signal détecté en (G) montre la réception d'un signal quelconque, bruité, invalide, mais en (H) par contre, le signal (X1) possédant la composante (X2) d'horloge attendue et le circuit de réception validant la détection en activant les autres circuits du transpondeur (R2, a); il reste alors lui-même en réception continue (R1, b) et dès ce moment, le transpondeur est pleinement actif et est apte à capter complètement le prochain télégramme qu'émettra l'interrogateur, la période active (Y2) dépendant du temps que passe le véhicule dans la zone de capture du poste fixe.

Figure 13, montre que l'approche d'un véhicule muni de son transpondeur dans la zone de capture d'un interrogateur, se traduit par les graphiques illustrant les événements sur l'axe du temps (t).

La présence du véhicule dans la zone de capture est reprise sur le tracé (V1); le véhicule en mouvement "apparaît" dans la zone au début de (tp = temps de présence).

Le récepteur du transpondeur de bord est en mode veille et écoute sporadiquement selon le tracé (R1); les courts instants d'écoute sont représentés par les petits traits (f), tandis que l'interrogateur fixe émet cycliquement les télégrammes de demandes qui sont captés par le circuit de réception du transpondeur dès l'approche dans la zone de capture, le signal de réception tel que capté étant représenté sur le tracé (TX); les impulsions (e) représentent les télégrammes reçus.

Au point (g), le récepteur du transpondeur détecte un signal valide (voir fig. 11 et 12) et passe donc en réception permanente (R1, k), de même le module de péage passe en mode actif (TA, k).

Pendant le temps où (TA) est actif, le transpondeur est apte à capter les télégrammes, les décoder, exécuter le traitement de la transaction demandée et à répondre (s'il y a lieu) à l'interrogateur fixe.

En pratique, les véhicules approchent un poste de péage à vitesse modérée et donc, le nombre de cycles de demande reçus par un transpondeur lors de son passage dans une zone de capture serait de l'ordre de quelques dizaines, ce qui justifie la grande fiabilité du procédé; même si 50% des télégrammes sont perturbés pour cause d'interférences diverses, la répétition de ceux-ci en nombre important permet de croire à un taux d'erreur ou de non-détection extrêmement faible.

La fin du délais (tp) correspond à la sortie du véhicule de la zone de capture (passage du véhicule sous l'interrogateur); le transpondeur ne capte plus les messages de celui-ci mais un délais supplémentaire est prévu pendant lequel le transpondeur reste actif; ce délais (tr) est un délais de réserve qui évite de mettre trop vite le transpondeur en mode veille, par exemple dans le cas où quelques messages ne seraient pas reçus par perturbation temporaire et que ceci ne serait interprété par le transpondeur comme une sortie de zone de capture.

Si pendant ce délais de réserve aucun message n'est reçu, le transpondeur se met en mode veille (au point j) et son récepteur se remet en écoute pulsée (f), correspondant au mode de fonctionnement à faible consommation.

Le tracé (TA) représente aussi le temps où la consommation d'énergie du transpondeur est la plus forte, soit pendant le délais d'activation du transpondeur (entre pt. g) et j)).

En dehors de ce délais soit tout le temps que le véhicule circule et met pour se présenter à nouveau devant un poste interrogateur de péage, le transpondeur reste en mode veille qui limite la consommation à quelques microAmpères. Le temps pendant lequel le transpondeur est en mode veille est nettement plus long en pratique que le temps d'activation (quelques secondes ou fractions de secondes).

L'ordre de grandeur du rapport entre temps "actif" et temps "veille" pouvant s'exprimer en fractions de dix-millième (1/10.000) au moins, la consommation moyenne du transpondeur peut donc se calculer comme suit (exemple d'ordre de grandeur);

$$I(\text{veille}) + \frac{I(\text{actif})}{10.000} = I(\text{moyen}) \text{ par heure}$$

("I" symbolisant le courant exprime en Ampères)

L'autonomie peut s'exprimer par la division de la capacité de la pile d'alimentation (en Ampères heure) par la consommation moyenne du transpondeur (I(moyen)), le résultat donnant le nombre d'heures de fonctionnement du transpondeur.

Vu que I(moyen) du transpondeur est très petit (de l'ordre de quelques microAmpères heure) et que l'énergie disponible dans les piles modernes s'exprime en centaines de miliAmpères heure ou même en Ampères heure, l'autonomie du transpondeur peut atteindre des années.

La figure 14, montre une variante pour la mise en oeuvre des interrogateurs fixes permettant d'assurer une excellente couverture pour un axe de circulation à voies multiples.

Les véhicules n'étant pas nécessairement bien alignés dans chaque voie, il est fort probable que, si des dispositions ne sont pas prises, un véhicule se présente sur un axe équidistant de deux interrogateurs et que de ce fait le transpondeur de bord ne puisse valablement capter les messages de demandes.

Pour éviter ce problème l'interrogateur correspondant à chaque voie pourrait être dédoublé de manière à ce qu'il génère deux zones de captures parallèles et décalées sur le plan horizontal.

Les zones de capture se chevauchent partiellement mais pour éviter la perturbation mutuelle de deux parties de l'interrogateur, chaque partie est activée alternativement à chaque cycle d'interrogation.

La figure 14a, illustre la couverture de l'axe comprenant 3 voies de circulation (V1, V2, V3) et ce au cycle C1 (pour l'exemple).

Les interrogateurs dédoublés (I), montés sur le portique (P) ont la partie (1a) active lors de ce cycle

d'interrogation, la partie (1b) par contre n'est pas active ou reste en réception.

D'autre part, les trois interrogateurs (1a) sont reliés ensemble pour former un groupe fonctionnel, via la ligne (13); les trois interrogateurs (1b) forment eux aussi un groupe de la même manière.

Les véhicules (2) se dirigent vers le portique selon la direction du trafic (M) et sont pris en compte dans les zones de capture (3a), représentées par les zones hachurées; la communication peut dès lors s'effectuer (5) entre les transpondeurs (4) et les interrogateurs respectifs (I).

Le véhicule (2) roulant à cheval sur les voies (V2 et V3) est couvert par l'interrogateur (1a) destiné à la voie (V2).

La figure 14b, montre la même installation mais à un instant plus tard, correspondant au cycle suivant d'interrogation; ce sont les parties (1b) des interrogateurs (I) qui sont actifs et les zones hachurées montrent la nouvelle couverture du site par les zones de capture (3b).

Les véhicules (2) ont bien sûr progressé et peuvent toujours communiquer avec les interrogateurs (I) respectifs, mais avec la partie (1b) de ceux-ci.

Le véhicule (2) qui roule toujours à cheval sur les deux voies de circulation (V2, V3) communique cette fois (5) avec l'interrogateur (I), partie (1b) couvrant la voie (V3).

Cette technique permet d'assurer une couverture "sans ombres" de l'ensemble du site.

La figure 15 illustre en détail un exemple de dédoublement des interrogateurs (I) qui sont constitués des deux parties (1a et 1b); pour l'exemple, chaque partie est un interrogateur parfaitement autonome et de fonctionnement indépendant, la séparation pourrait aussi se limiter à la partie antenne, dédoublée à elle seule et avec un circuit de commutation sélectionnant l'une ou l'autre.

Les deux interrogateurs sont écartés l'un de l'autre d'une distance (150) sur le plan horizontal et produisant des zones de captures (3a) et (3b) parallèles.

Le graphique (TX(g)) montre les cycles d'interrogation globaux (C1 à C5, etc...) du poste interrogateur (I) répartis dans le temps (t).

Les traces (TX(1a)) montre les instants où la partie (1a) est active (cycles impairs), les débuts de cycles étant indiqués par l'envoi des télégrammes de demande (151), les périodes d'écoute (152) pouvant être assurés par les deux parties (1a et 1b) en même temps, le récepteur qui est le mieux placé captant le télégramme de réponse, peut dès lors envoyer l'information vers le poste central de traitement.

A noter que, dans ce cas, la réponse à un télégramme de demande peut être valablement captée et interprétée par l'interrogateur voisin, ce qui peut augmenter nettement la fiabilité du système.

Il en est de même pour le tracé (TX(1b)) correspondant à l'activité de la partie (1b) de l'interrogateur (I) et qui se fait lors des cycles pairs.

Ce graphique montre le principe de l'alternance de l'activité de l'interrogateur ainsi dédoublé.

Au moyen des liaisons (13), les divers interrogateurs installés peuvent être synchronisés de manière à ce que toutes les parties (1a) soient actives en même temps puis, au cycle suivant, toutes les parties (1b).

Le fait de dédoubler les interrogateurs complètement augmente sérieusement la disponibilité du système et la continuité de l'exploitation du poste de péage, même en cas de défaillance d'un des éléments d'un interrogateur.

La figure 16, montre des exemples de combinaisons possibles pour la réalisation des transpondeurs. La figure 16a, montre une version monobloc d'un transpondeur (4), avec la partie transmetteur (B) et la partie module de péage (D) combinée dans un même boîtier.

La figure 16b montre un transpondeur (4) en deux éléments, le transmetteur (B) en boîtier séparé, avec un connecteur (C) destiné à recevoir le module de péage indépendant (D).

La figure 16c montre quant à elle, l'évolution possible du système au moyen d'un module d'interface (Q) qui permet de raccorder, via un câble de liaison (160), divers équipements périphériques (installés dans le véhicule) au transmetteur (B), en utilisant le connecteur (C) de celui-ci.

Le module de péage (D) peut donc s'emboîter dans le connecteur compatible de l'interface (Q).

Les périphériques pouvant être, par exemple: un terminal (TE), disposé sur le tableau de bord du véhicule, qui dispose d'un élément d'affichage (161) et d'un clavier (162), l'alimentation de cet ensemble pouvant être assurée par la batterie du véhicule, via la liaison (163).

D'autres périphériques (164) pouvant aussi être reliés au système pour par exemple: guidance routière, informations météo, etc..., le transmetteur de bord pouvant servir d'unité de communication à courte portée et son utilisation peut être diversifiée.

La réalisation pratique des divers éléments constituant pourrait largement faire appel à la technologie des circuits électroniques intégrés et plus particulièrement pour le module de péage, qui peut comprendre un circuit intégré spécifiquement développé pour l'application incluant: le micro-contrôleur (microprocesseur avec périphérie complète sur une puce) dédié pour assurer les fonctions de péage et annexes avec les dispositifs de mise en veille et de sauvegarde des circuits de mémoires.

En production de masse, une telle technologie permet la commercialisation de ce produit d'une complexité certaine à un niveau de prix très compétitif.

Il en est de même pour l'électronique dans la partie transmetteur qui pourrait se résumer à un ou deux circuits intégrés.

5 L'antenne hyperfréquence pourrait être judicieusement fabriquée sous forme de réseau d'éléments rayonnants en utilisant la technique micro-strips ou micro-rubans gravés sur substrat.

Revendications

10

1. Système de télétaxation ou de télépéage pour véhicules, faisant appel à des postes fixes d'interrogation placés au-dessus ou sur le côté des voies de circulation et d'appareils récepteurs/répondeurs, appelés transpondeurs, montés à bord des véhicules, système dans lequel chaque poste fixe comprend une unité d'émission et de réception de signaux capable de couvrir une zone suffisante en direction des véhicules qui arrivent pour interroger et communiquer avec les transpondeurs de ces véhicules, chaque transpondeur
15 comportant des moyens pour la réception des signaux émis par les postes d'interrogation et pour l'émission de signaux en réponse aux signaux du poste d'interrogation, le transpondeur contenant également en mémoire des données relatives à des valeurs monétaires, la perception des droits de passage ou taxes étant effectuée automatiquement et à distance par télétransmission, lorsque les signaux échangés
20 entre le poste d'interrogation et le transpondeur se trouvant à sa portée répondent à certaines conditions prédéterminées, caractérisé en ce que le poste fixe interrogateur émet continuellement un message signalant d'une part sa présence et qui consiste en un télégramme contenant en particulier, une instruction de demande de perception d'un droit de péage tandis que le transpondeur monté à bord du véhicule comporte des moyens pour exécuter cette instruction donnée par l'interrogateur en particulier pour
25 effectuer le paiement du droit de péage en décomptant du solde des points en compte dans la mémoire du transpondeur, un certain nombre de points équivalents au droit à payer, tout en permettant de conserver l'anonymat de l'usager, la disposition étant telle que tout transpondeur situé dans la zone de portée (zone de capture) de l'interrogateur capte le télégramme, analyse son contenu et le transpondeur (mobile) ne renvoie un télégramme d'acquit que si la demande est acceptée et correctement interprétée.

30

2. Système suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'appareil transpondeur est constitué de deux parties séparables dont l'une, appelée transmetteur (fig 16, B), comprend essentiellement une unité de transmission à distance et des circuits électroniques d'interface et l'autre, appelée module de péage (fig 16, D), contient des circuits de mémoire, de protection d'accès et de contrôle, en particulier les circuits électroniques de décision logiques (par microprocesseur et logiciels nécessaires) pour remplir, en interne,
35 les fonctions qui lui sont demandées à distance, sous forme d'instructions à exécuter et gère le protocole de dialogue avec l'appareil interrogateur, l'ensemble des opérations dites "intelligentes" ou à caractère confidentiel étant exécutées par lui.

3. Système selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le module de péage constitue l'élément porteur de "valeurs", équivalent à un compte (ou des comptes) crédité(s) d'un
40 nombre de points représentatif de la somme versée par l'usager anticipativement (paiement "bons à valoir" ou par provision), lors de la validation ou initialisation du module de péage, le nombre de "points" en compte dans le module représente le solde restant à valoir pour des transactions de péage à venir.

4. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le module de péage constitue l'élément porteur de "valeurs", équivalent à un compte (ou des comptes) accumulant un nombre de points
45 représentatif d'un crédit octroyé à l'usager qui règle son compte (paiement à postériori), lors de la validation ou initialisation du module de péage, le nombre de "points" en compte dans le module représente le total des droits à payer pour des transactions de péage passées.

5. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le module de péage constitue l'élément porteur de "valeurs" qui dispose en mémoire des données relatives à un compte bancaire permettant
50 d'informer le poste interrogateur du compte à débiter pour le paiement du droit de passage ou taxe.

6. Système suivant l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le poste fixe peut accepter les différents types de paiements et que ceux-ci peuvent co-exister, de même pour les modules de péage qui peuvent être choisis par l'usager selon le type de paiement qu'il préfère.

7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que pendant la
55 présence d'un transpondeur dans une zone de capture d'un poste fixe interrogateur, ce transpondeur répondra continuellement par un télégramme d'acquit à chaque télégramme de demande reçu de l'interrogateur, pour autant qu'il valide ces messages de demande, de manière à confirmer sa présence dans la zone.

8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les télégrammes échangés à distance entre poste fixe interrogateur et transpondeur mobile, consistent en des données digitalisées, transmises en paquets et utilisant un support de transmission du type à ondes électromagnétiques ou autre, chaque télégramme transmis étant sécurisé, pour se prémunir des fraudes de toute nature, par technique d'encryptage (selon le standard DES, par exemple) et faisant appel à une clef qui sert au brouillage des données à l'émission et d'une clef (la même ou une autre) qui est indispensable pour reconstituer (decrypter) le message à la réception.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que une partie des données du télégramme de demande est transmise "en clair" et est destinée à informer tous les transpondeurs qui se présentent, de l'identité (sous forme d'un code représentatif) de la société exploitante qui utilise le poste interrogateur; dans le transpondeur, le module de péage peut vérifier si celui-ci possède une "souscription ou compte ouvert" pour cet exploitant, ce qui lui permet de ne se préoccuper que des messages d'interrogeurs qui le concernent.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que pour éviter une double ou multiple taxation d'un même véhicule, le module de péage mémorise l'identité du dernier poste interrogateur auquel il a répondu, refusant d'exécuter à nouveau la même transaction en répondant par un message d'acquit avec mention "déjà exécuté", le véhicule devant sortir de la zone de capture, c'est à dire que le transpondeur doit repasser en mode de veille pendant un certain délai pour réactiver la "taxabilité" de ce même poste fixe.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 10, caractérisé en ce que le passage n'est admis comme valable que si le module de péage a acquitté l'instruction de demande, dans tous les autres cas, le poste fixe constate une irrégularité et peut prendre des actions de retorsion telles que: avertissement du conducteur par signalisation ou prise d'une photo du véhicule, enregistrement vidéo, etc.... pour que l'exploitant peut soit recourir à une perception manuelle soit identifier l'usager contrevenant pour recours ultérieur.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que le module de péage contient une fonction complémentaire qui consiste en une mémoire ou une zone de mémoire, réservée à cet effet et dans laquelle l'historique des diverses transactions de péage effectuées est répertorié, l'enregistrement des caractéristiques de chaque transaction dans les mémoires destinées à cet effet, se faisant de manière automatique dans le module de péage, le nombre de transactions ainsi mémorisées dépend essentiellement de la capacité de cette mémoire qui possède éventuellement une structure de mémoire circulaire (par ex. 250 ou 500 dernières transactions enregistrées) toutes les données sont sauvegardées soit dans une mémoire de type non-volatile soit par la pile d'alimentation incorporée au module, si bien que l'usager a la possibilité, lors d'une opération de validation dans un bureau agréé par exemple, de demander l'impression de la liste des transactions enregistrées dans la mémoire de son module de péage.

13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le dialogue entre le poste fixe interrogateur et le ou les transpondeur(s) présents dans la zone de capture se fait par multiplexage dans le temps entre les différents transpondeurs, par affectation d'une tranche de temps à la communication avec chacun des transpondeurs mobiles, le contrôle de cette fonction étant tenu par l'interrogeur.

14. Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que le protocole de dialogue, entre poste interrogateur et transpondeur, fait usage d'une notion de cycle de durée constante et répétitif et en début duquel l'interrogeur émet un télégramme de demande, de longueur fixe, suivi d'une période d'écoute de durée équivalente ou légèrement supérieure à un multiple du temps imparti pour l'envoi d'un télégramme de réponse, également de longueur fixe pouvant émaner d'un transpondeur mobile, lequel ne peut répondre qu'après la fin de la réception à son niveau, du télégramme de demande et endéans un délai d'au maximum un nombre multiple de fois moins un, du temps imparti pour la transmission d'un télégramme de réponse, le nombre multiple étant déterminé et fixe pour tous les interrogeurs et transpondeurs pour l'application donnée.

15. Système selon l'une quelconque des revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que le transpondeur dispose d'un générateur de nombres aléatoires ou pseudo-aléatoires permettant, à chaque cycle d'interrogation, de décaler plus ou moins dans le temps, décalage par tranche de temps égal ou légèrement supérieure au temps imparti à la transmission d'un message de réponse, le moment de la réponse du transpondeur de manière à répartir statistiquement dans le temps imparti à une même période d'écoute d'un interrogeur, les réponses d'éventuels autres transpondeurs présents aux abords de l'interrogeur et d'éviter ainsi que les messages de réponses ne puissent se brouiller systématiquement.

16. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé par la présence d'un

dispositif permettant de synchroniser les interrogateurs d'un même poste de péage (du moins pour un même sens de circulation) de façon que chacun d'eux génère des cycles de demandes de manière synchronisée avec les interrogateurs voisins.

17. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé par des moyens permettant de créer pour chaque bande de roulement un double faisceau de détection essentiellement décalé sur un plan horizontal créant ainsi une double zone de capture pour les véhicules entrants, des moyens étant également prévus pour activer alternativement, de manière synchrone, l'un ou l'autre faisceau.

18. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les appareils interrogateurs installés sur un poste de péage ou de taxation sont reliés à une unité centrale de traitement informatique, toutes les transactions effectuées pourront donc être traitées à des fins de gestion (comptabilité, statistiques, etc...), cette unité centrale pouvant également assurer les fonctions de synchronisation des appareils interrogateurs et éventuellement décider la mise en oeuvre des actions de recours en cas de fraude telle que, la prise de photo, ou l'enregistrement vidéo, etc...

19. Système selon la revendication 8, caractérisé par un dispositif permettant de sélectionner une clef d'encryptage parmi une liste de clefs, en sorte que les données confidentielles dans le télégramme transmis sont encryptées au moyen d'une clef sélectionnée parmi une liste de clefs différentes, liste de clefs qui est d'application à ce moment là, une liste similaire est mémorisée dans chaque module de péage et y a été programmée lors de l'initialisation ou validation du module pour cet exploitant, le télégramme contenant un code "en clair" qui indique le numéro d'ordre de la clef à utiliser dans la liste pour décrypter le reste des données, la clef elle-même restant secrète.

20. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que l'interrogateur transmet dans la partie utile, confidentielle et encryptée de son télégramme de demande, le code représentatif de l'instruction (type de transaction) à effectuer et une table de données relatives à cette instruction, ces données sont par exemple: tarifs applicables par catégorie de véhicule, lieu du poste fixe, etc... ou une combinaison de ces données, l'interprétation et le traitement des données, en fonction de l'instruction reçue, incombe entièrement au processeur du module de péage qui seul décide, en fonction des paramètres ou données qu'il a en mémoire, de la recevabilité ou de la suite à donner à la demande de transaction.

21. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 20, caractérisé en ce que certaines données dans la partie confidentielle d'un télégramme de demande émanant d'un interrogateur changent à chaque cycle d'émission.

22. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 21, caractérisé en ce que l'interrogateur dispose d'un générateur de nombres aléatoires ou pseudo-aléatoires permettant de créer des télégrammes de demande de signification identique mais dont le contenu binaire est toujours différent à chaque cycle, malgré l'encryptage.

23. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 22, caractérisé en ce que l'interrogateur possède un dispositif permettant de générer un signal modulé qui comprend, en plus des informations digitales, une composante d'horloge représentative de la cadence des bits transmis.

24. Système selon la revendication 23, caractérisé en ce que l'analyse et la vérification de l'existence d'une composante auxiliaire fréquentielle donnée (composante d'horloge) dans le signal de modulation capté au niveau des circuits de réception du transpondeur, permet à celui-ci de déterminer la présence d'un interrogateur fixe.

25. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 24, caractérisé en ce que la modulation (fig. 10; 118) des signaux de réponse du transpondeur vers le poste interrogateur se fait par la modulation de l'énergie, de la fréquence porteuse pure émise par l'interrogateur pendant la période d'écoute de celui-ci, telle que captée au niveau du transpondeur et de manière à réfléchir une partie de l'énergie de la porteuse incidente, à la même fréquence, et en lui ajoutant une composante de modulation de type modulation d'amplitude qui contient les éléments caractéristiques du message de réponse (fig. 10; 130).

26. Système selon la revendication 25, caractérisé en ce que le modulateur d'énergie (fig. 10; 118) du transpondeur, présente les caractéristiques d'un modulateur de type BLU (Bande Latérale Unique) et que l'interrogateur soit muni d'un récepteur de signal d'énergie réfléchi (modulé en amplitude), récepteur équipé de telle manière que la détection puisse se faire indépendamment au glissement de phase du signal réfléchi par le transpondeur en mouvement.

27. Système selon la revendication 25 ou 26, caractérisé en ce que le modulateur des données digitales (fig. 10; 117) du transpondeur est un modulateur de fréquence.

28. Système selon l'une quelconque des revendications 25 à 27, caractérisé en ce que le transpondeur possède un circuit de modulation, faisant usage de la caractéristique propre à une diode de type varicap ou varactor, caractéristique qui comporte une variation de la capacité de jonction du semiconducteur en

fonction de la tension appliquée à ses bornes, circuit qui permet de générer la modulation de type d'amplitude d'une fréquence porteuse par l'absorption de l'énergie du signal de cette porteuse en désadaptant une ligne de transmission, de manière contrôlée par la présence de la capacité variable de la diode varicap en un endroit déterminé de cette ligne, l'énergie résiduelle de la porteuse en sortie de ce

5 modulateur comporte une fréquence porteuse identique à la porteuse incidente mais avec une composante de modulation d'amplitude possédant les caractéristiques du signal de modulation appliqué aux bornes de la (ou les) diode(s) varicap.

29. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 28, caractérisé en ce que le transpondeur se compose de deux parties, d'une part le transmetteur (fig 16, B) destiné à être fixé sur le véhicule et

10 d'autre part le module de péage (D), la connexion des deux parties se faisant au niveau du connecteur (C) comportant des bornes de contacts électriques, les deux éléments du connecteur faisant respectivement partie du boîtier du transmetteur en jouant le rôle de réceptacle pour y insérer le module de péage, l'activation ou l'alimentation de l'ensemble est assurée automatiquement lors de l'association des deux parties.

15 30. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 29, caractérisé en ce que l'appareil transpondeur est pourvu de moyens d'alimentation autonomes pour alimenter les différents circuits, en particulier le module de péage qui lui est associé, dispose des moyens d'alimentation destinés à assurer la sauvegarde des données dans les circuits de mémoire et pour éventuellement alimenter les différents circuits internes.

20 31. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 30, caractérisé en ce que le module de péage dispose des circuits de communication à distance incorporés dans le boîtier et que l'alimentation de l'ensemble est assurée par pile incorporée dans le boîtier du module de péage.

32. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 31, caractérisé en ce que le module de péage dispose des circuits électroniques de décisions programmés de manière à ce que ces circuits

25 puissent interpréter différentes instructions qui lui sont transmises via le transmetteur et d'exécuter de manière autonome les opérations logiques et ou arithmétiques qui en résultent, en manipulant les données ou paramètres qu'il possède en mémoire.

33. Système selon l'une quelconque des revendications 29 à 32, caractérisé en ce que la programmation du module de péage consiste à lui injecter dans les mémoires, en enfichant celui-ci dans un appareil

30 programmeur destiné à cet effet, les divers paramètres à l'aide d'un jeu de télégrammes spécifiquement destinés à cet effet et comprenant : l'identité de la Société d'exploitation concernée, les codes d'accès, les listes de clefs d'encryptages en vigueur, le nombre de points mis en crédit et payés, etc..., toutes les données confidentielles correspondantes telles que: code d'identité, liste de clefs d'encryptages, codes d'accès, etc... sont sécurisées dans l'appareil programmeur, qui lui même est protégé.

34. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 33, caractérisé en ce que la partie transmetteur dispose quant à elle d'un code préprogrammé de sécurité et d'un code auxiliaire déterminant

35 la catégorie du véhicule: voiture de tourisme, camionnette, poids lourd, etc..., le module de péage tient compte de ces codes pour adapter la taxation ou le péage en fonction de la catégorie du véhicule et la classe d'utilisation et d'un code de la classification de l'usager: handicapé, police militaire, etc..., le tarif

40 applicable pour chaque catégorie ainsi que pour chaque classe étant donné dans le télégramme de l'interrogateur.

35. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 34, caractérisé en ce que les circuits de mémoires destinées à conserver les données confidentielles dans le module de péage possèdent une

45 protection qui empêche la relecture des données de quelque manière que ce soit, seul l'écriture ou la surimpression des données étant possible lors de l'initialisation ou programmation du module.

36. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 35, caractérisé en ce que le transpondeur ou plus spécifiquement, le module de péage, dispose d'un circuit électronique de temporisation (ou par

fonction programmée) permettant de détecter une activité ou sollicitation, sous forme de messages de demande de quelque nature qu'ils soient, anormalement élevée de manière à pouvoir détecter une tentative

50 à percer les codes confidentiels du module de péage.

37. Système selon la revendication 29, caractérisé en ce que la fixation du boîtier du transmetteur au véhicule, est assurée de manière telle que toute tentative de démontage ou décollement aie pour

conséquence soit de détruire physiquement l'appareil soit de le rendre inopérant, de manière à éviter de pouvoir déplacer le transmetteur sur un autre véhicule de catégorie différente, ou pour un autre usage

55 que celui pour lequel le transmetteur avait été prévu.

38. Système selon la revendication 37, caractérisé en ce que mécaniquement, le transpondeur lui-même est protégé contre toute agression physique, une telle agression résulterait en la destruction des circuits qu'il contient ou dans la mise hors service de l'équipement par effacement des mémoires quand

l'on tente de le démonter du véhicule ou de le décortiquer.

39. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 38, caractérisé en ce que le transpondeur et en particulier le module de péage dispose des moyens permettant à l'utilisateur d'introduire un code personnel secret pour activer le module de péage et de l'autoriser à fonctionner lorsqu'il est associé à un transmetteur, la désactivation pouvant se faire soit par le retrait du module de péage, soit par limite

40. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 39, caractérisé en ce que l'association d'un module de péage et d'un transmetteur peut être restreinte par la présence d'un code préprogrammé dans un circuit (fig. 10; 120) de la partie transmetteur, code qui est nécessaire au bon fonctionnement du module de péage, lorsqu'il est branché sur le transmetteur, le code du transmetteur ou des transmetteurs, avec le-

41. Système selon la revendication 30 ou 31, caractérisé en ce que pour économiser l'énergie de la batterie d'alimentation du transpondeur ou de celle contenue dans le module de péage, celui-ci possède un circuit de contrôle permettant, entre autres, de maintenir en veille la plupart des circuits électroniques et donc de limiter la consommation à la conservation des mémoires de données dans le module de péage.

42. Système selon la revendication 41, caractérisé en ce que le circuit de réception du transpondeur (partie transmetteur) est activé cycliquement pendant un court instant puis remis au repos, la disposition étant telle que le circuit de réception, s'il est dans une zone de capture d'un interrogateur, peut donner un signal au circuit de contrôle qui activera les circuits internes du module de péage, pour permettre l'analyse du message d'interrogation et en fonction du résultat de ce décodage, les circuits de réponse seront activés ou non.

43. Système suivant l'une quelconque des revendications 2 à 42, caractérisé en ce que la partie transmetteur peut d'ailleurs servir d'interface de réception pour d'autres appareils installés à bord des véhicules, pour autant que les signaux soient compatibles avec les circuits de réception.

44. Appareil interrogateur disposant des circuits d'émission et de réception de signaux destinés à activer les transpondeurs mobiles et à communiquer avec eux et comportant les circuits d'encryptage et de décryptage ainsi que de traitement des données tel que défini dans l'une des revendications 1 à 43.

45. Appareil programmeur destiné à l'initialisation ou validation des modules de péage et utilisable dans un système tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 43.

46. Appareil transpondeur utilisable dans un système tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 43.

Fig 1a

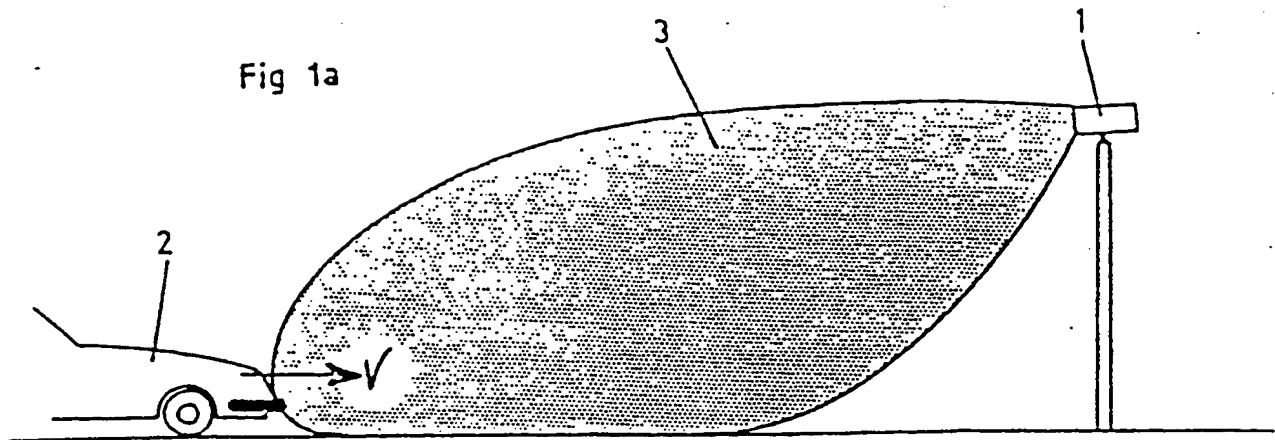


Fig 1b

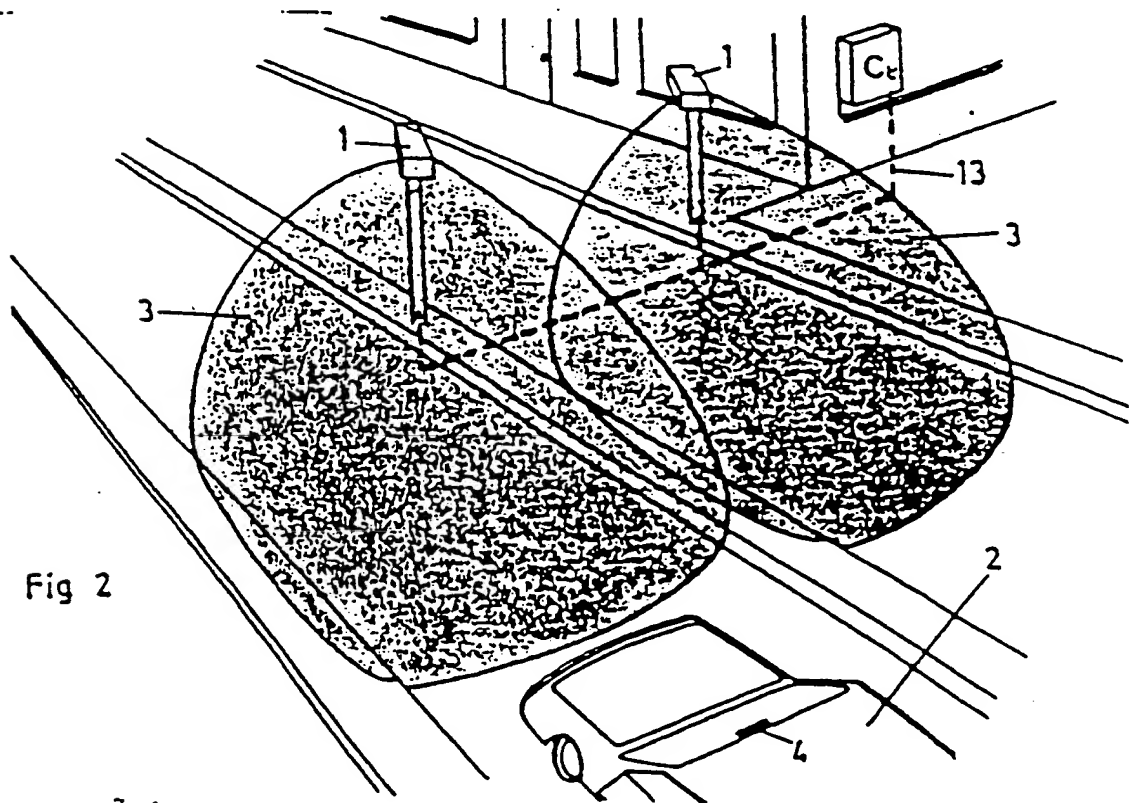
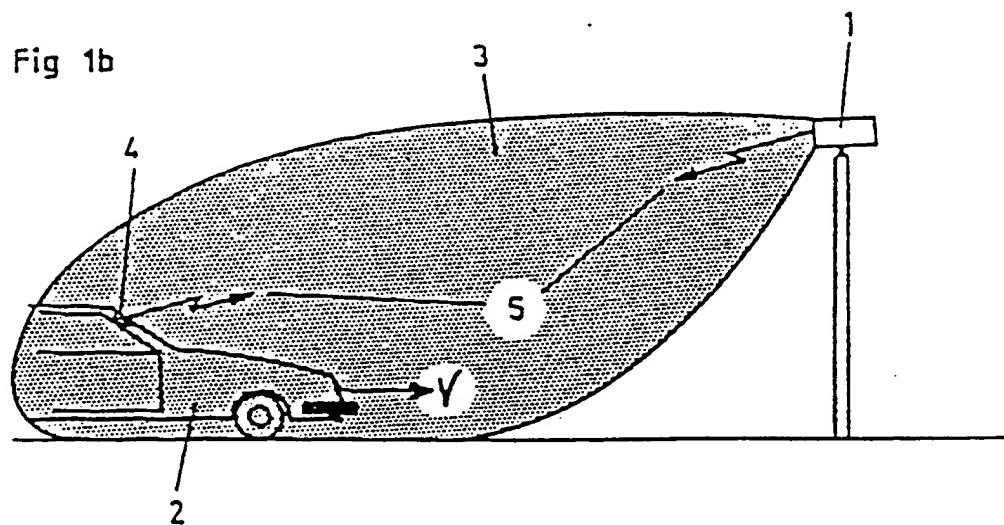


Fig 3a

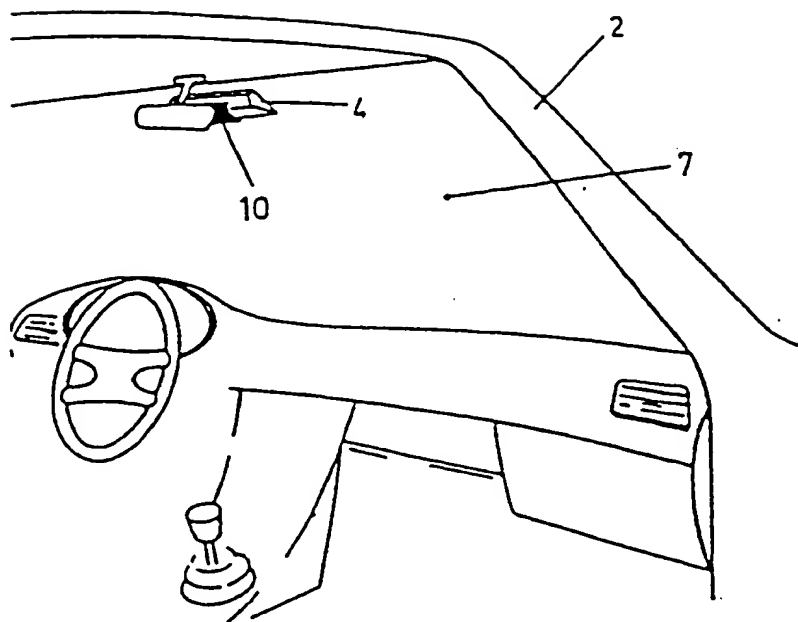


Fig 3b

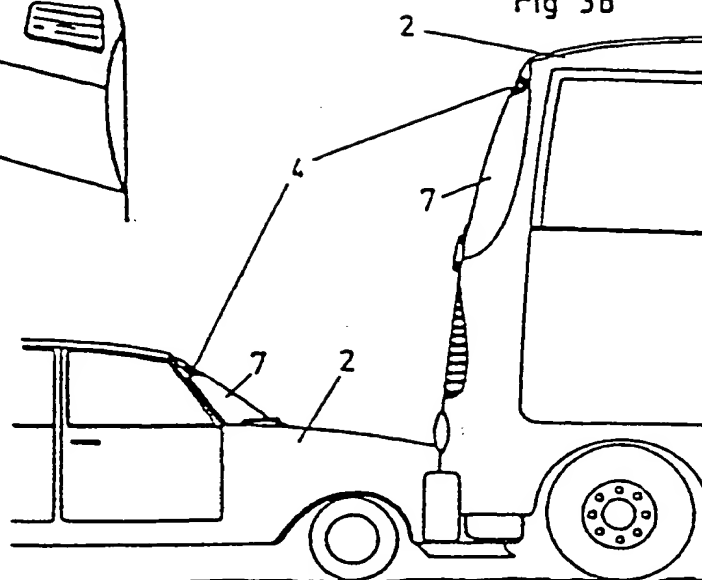
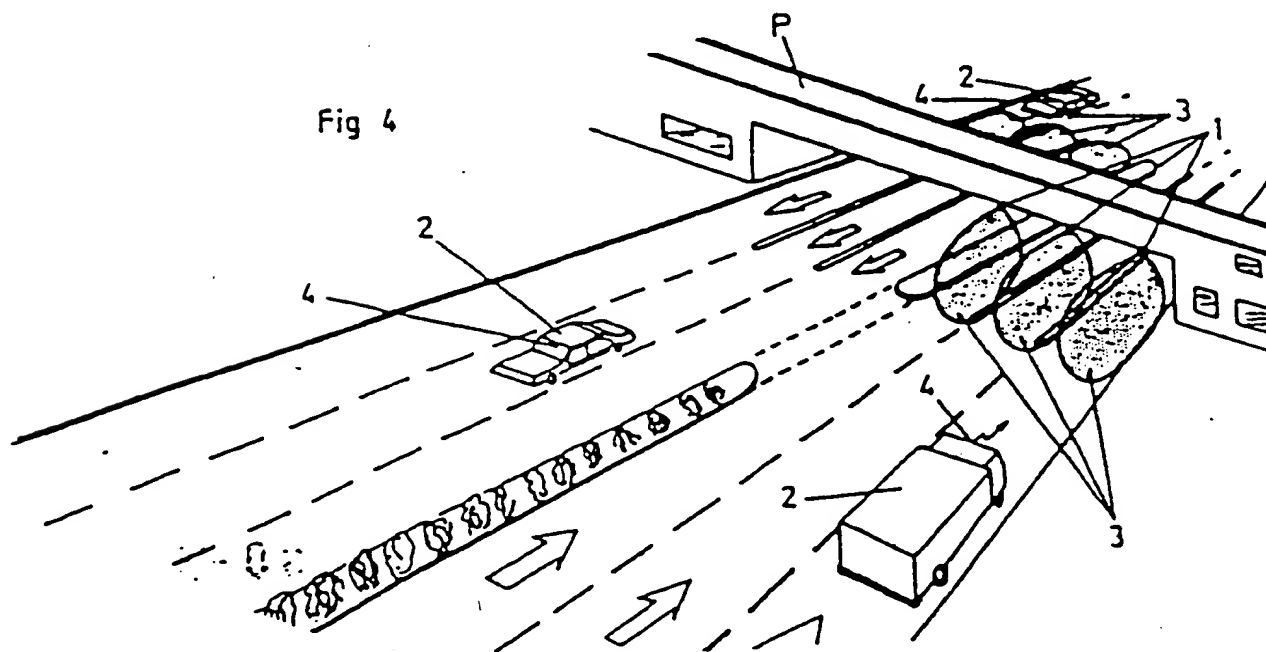


Fig 4



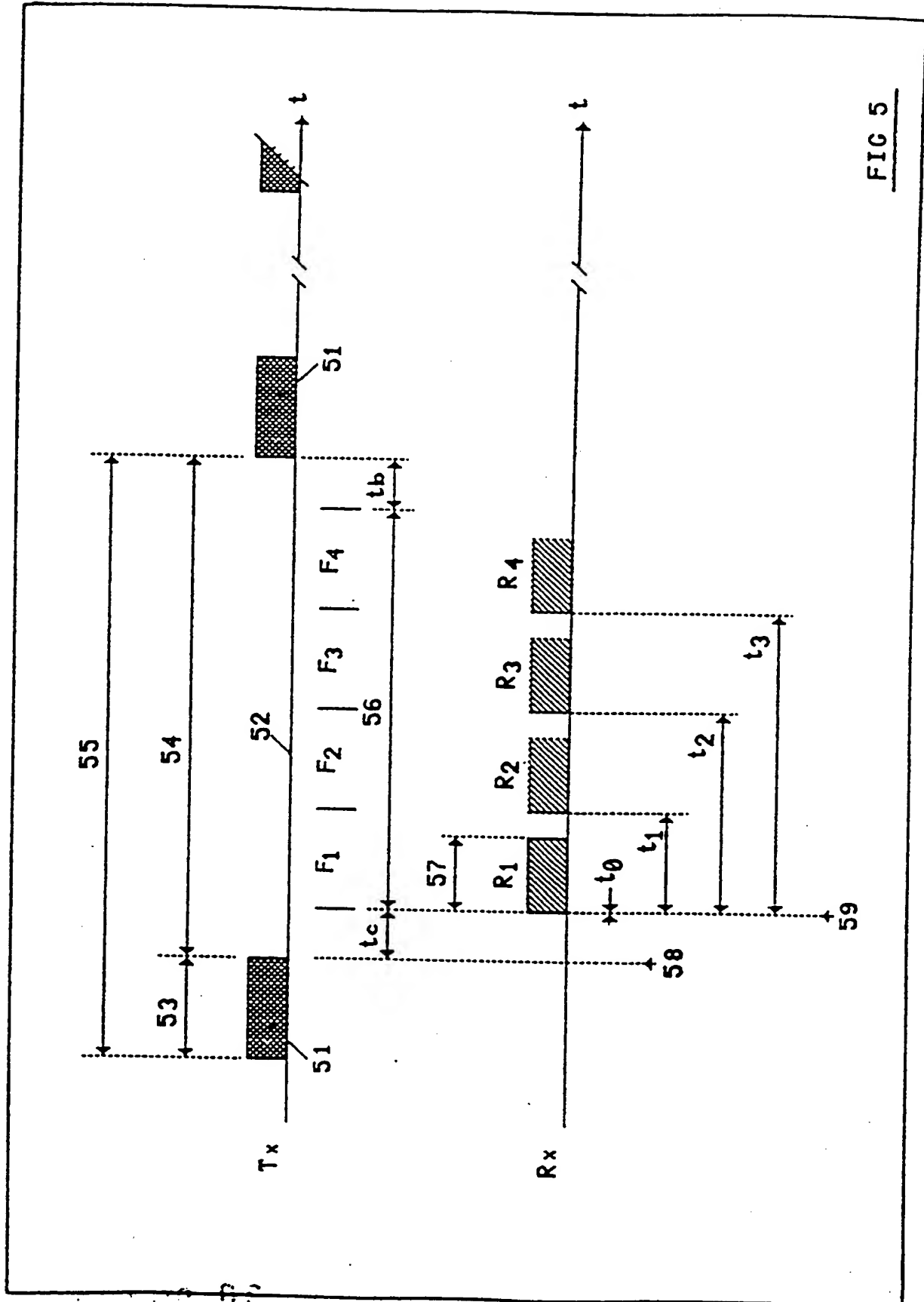


FIG 5

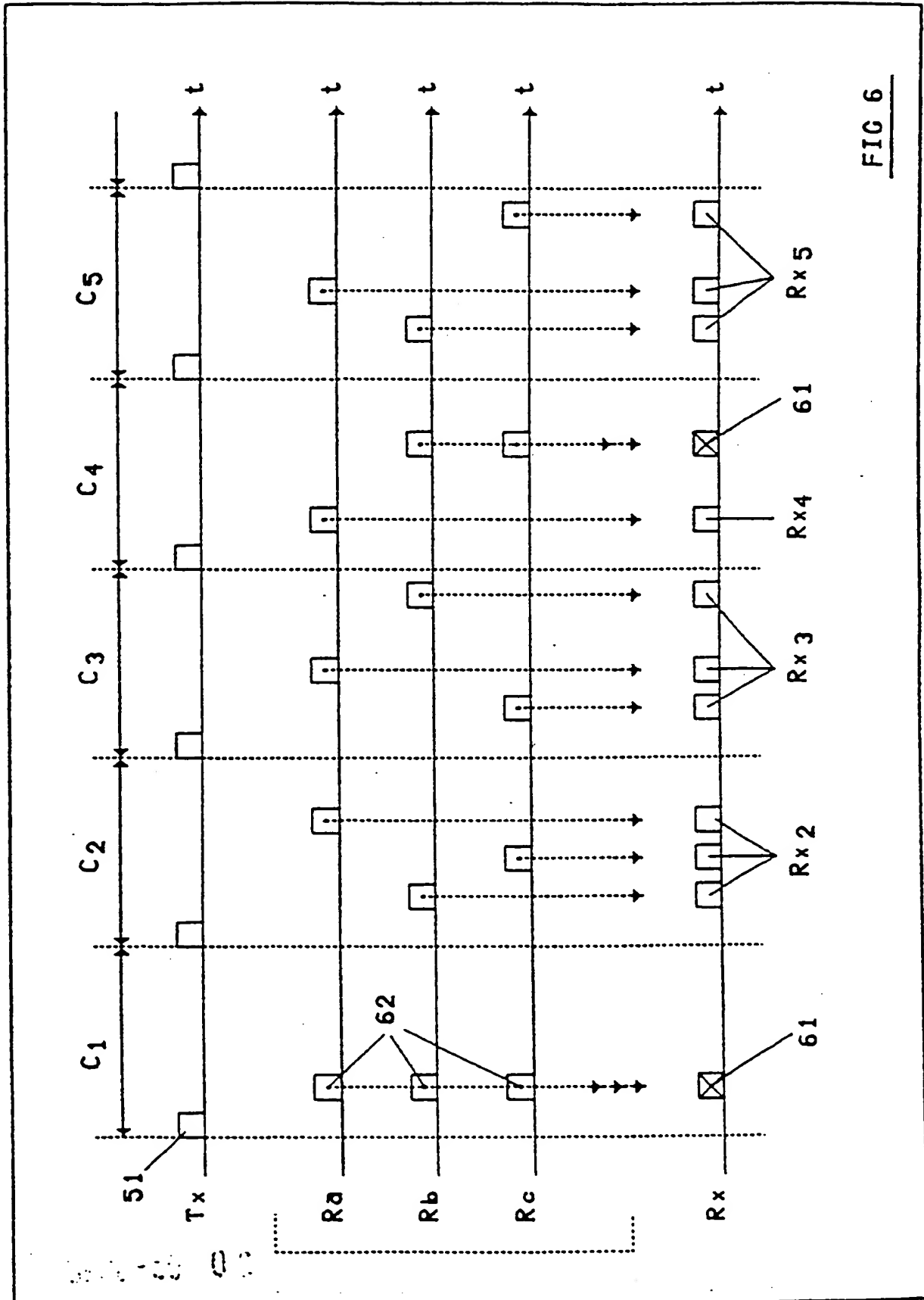
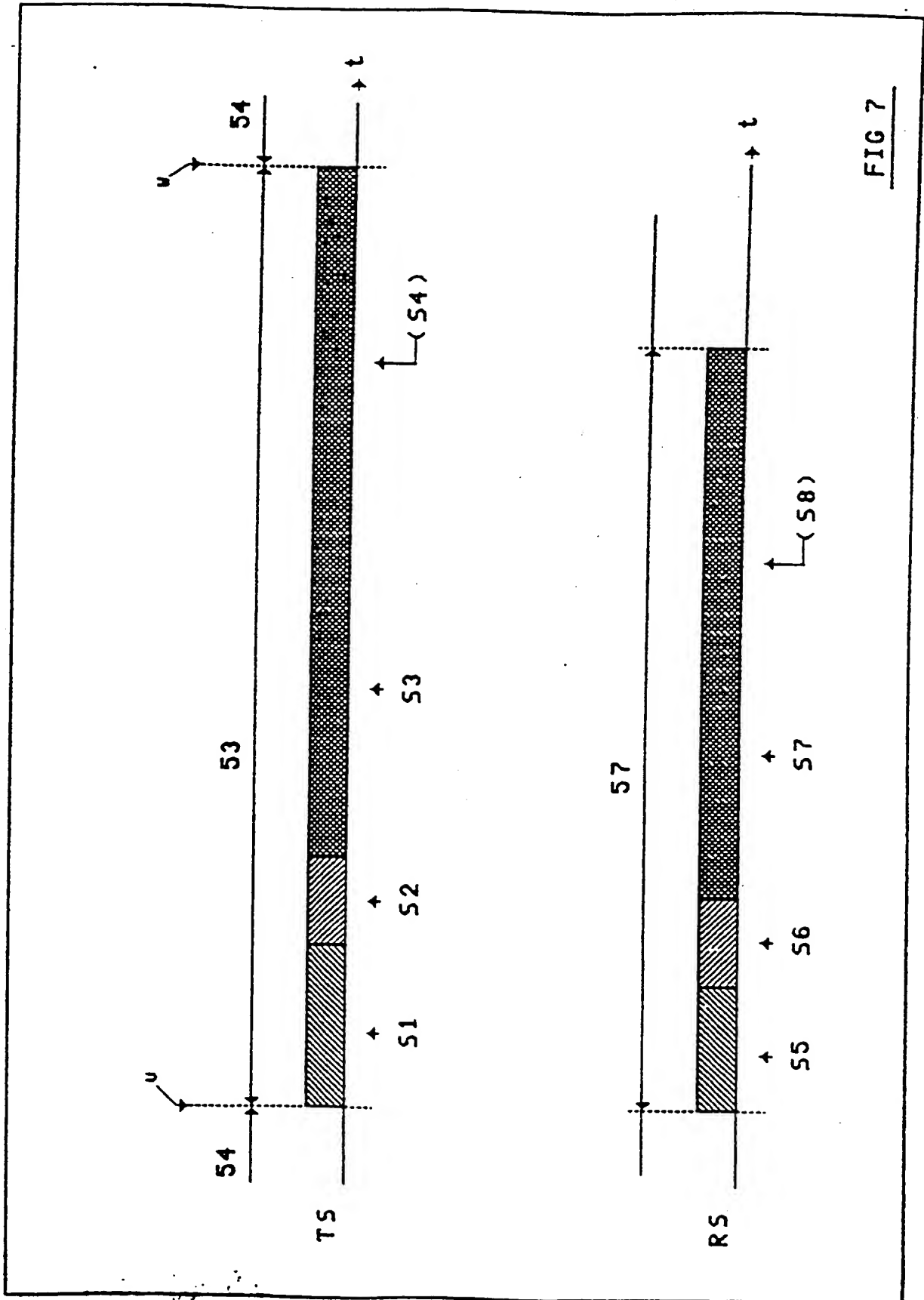


FIG 6



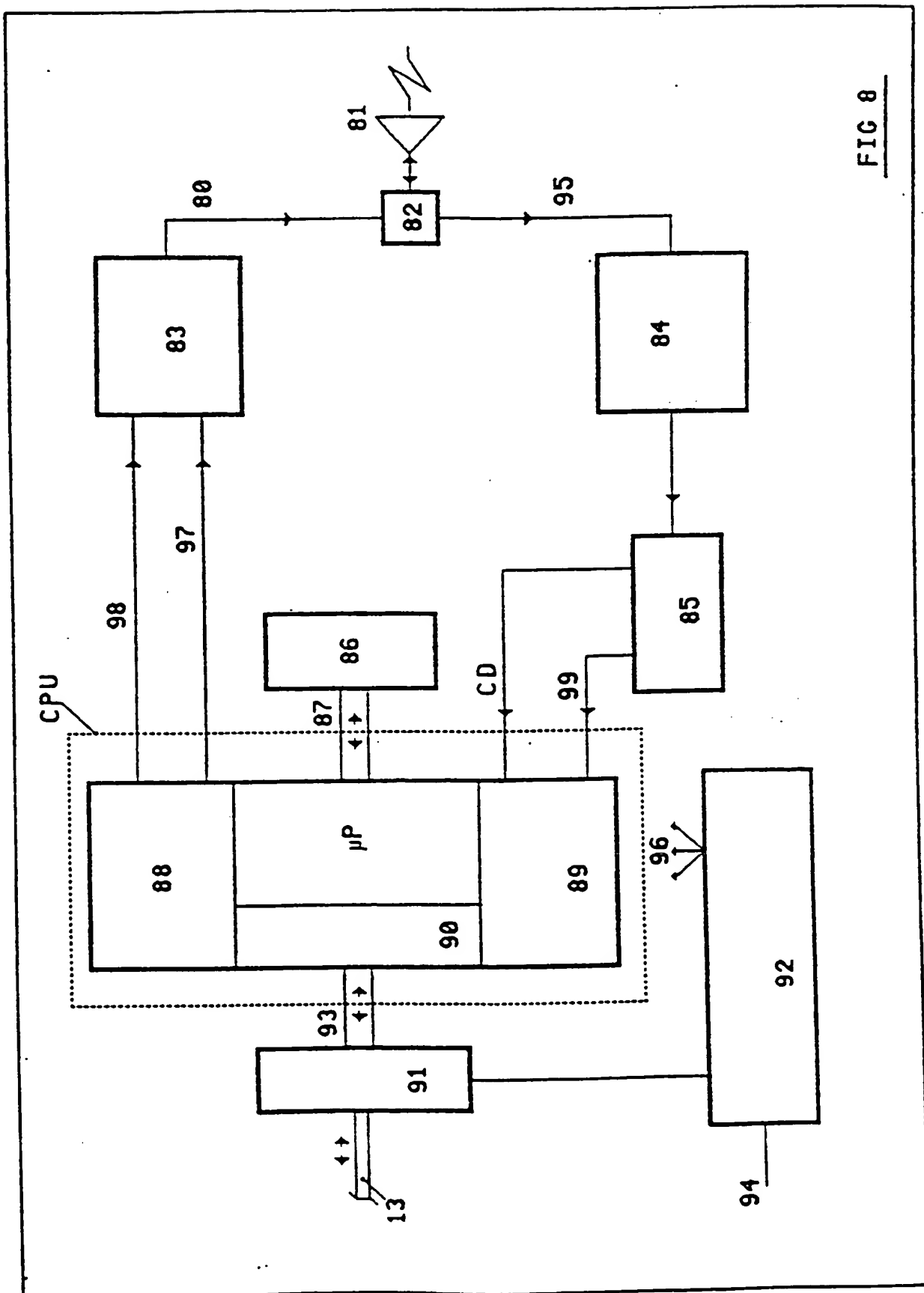


FIG 8

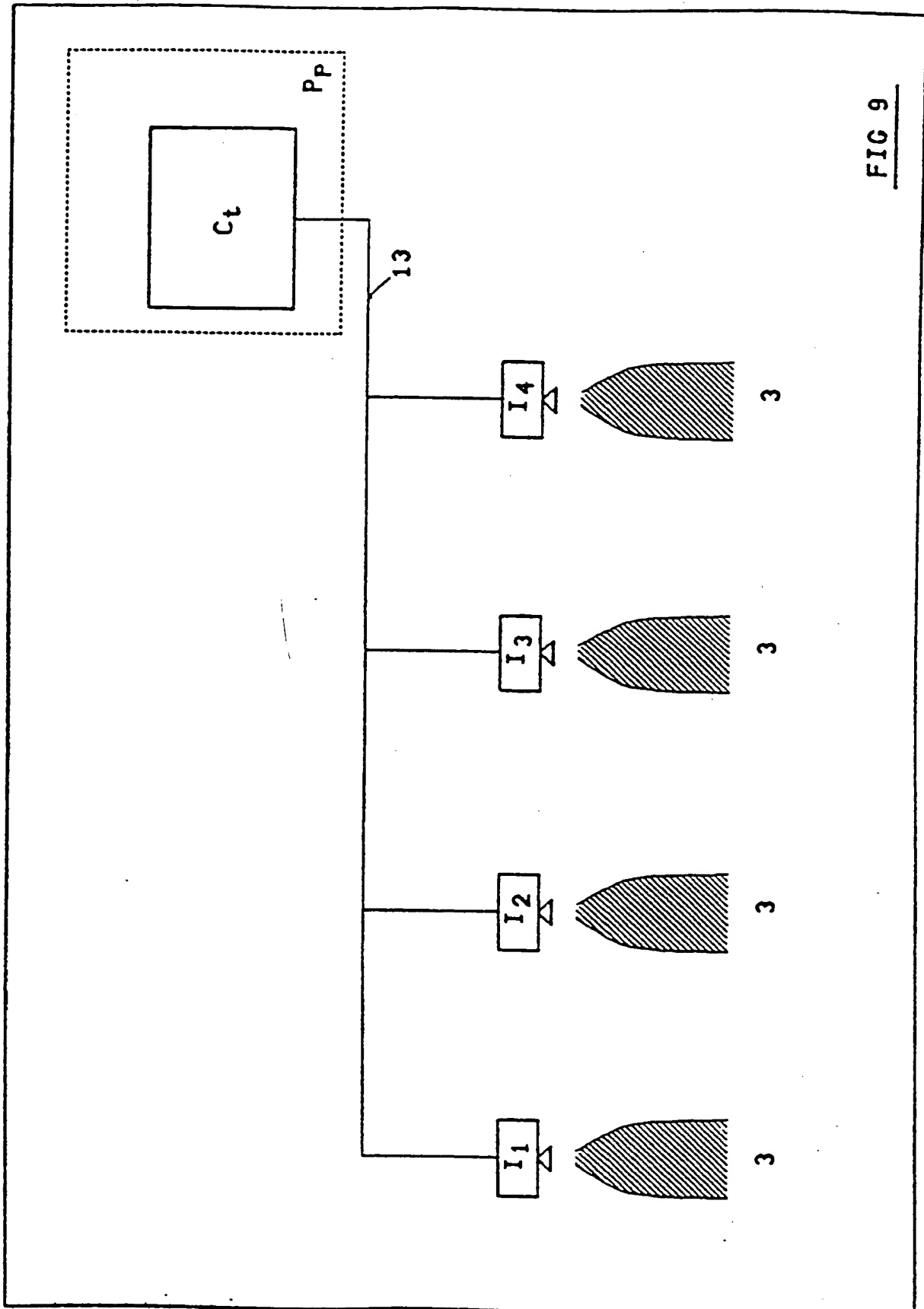


FIG 9

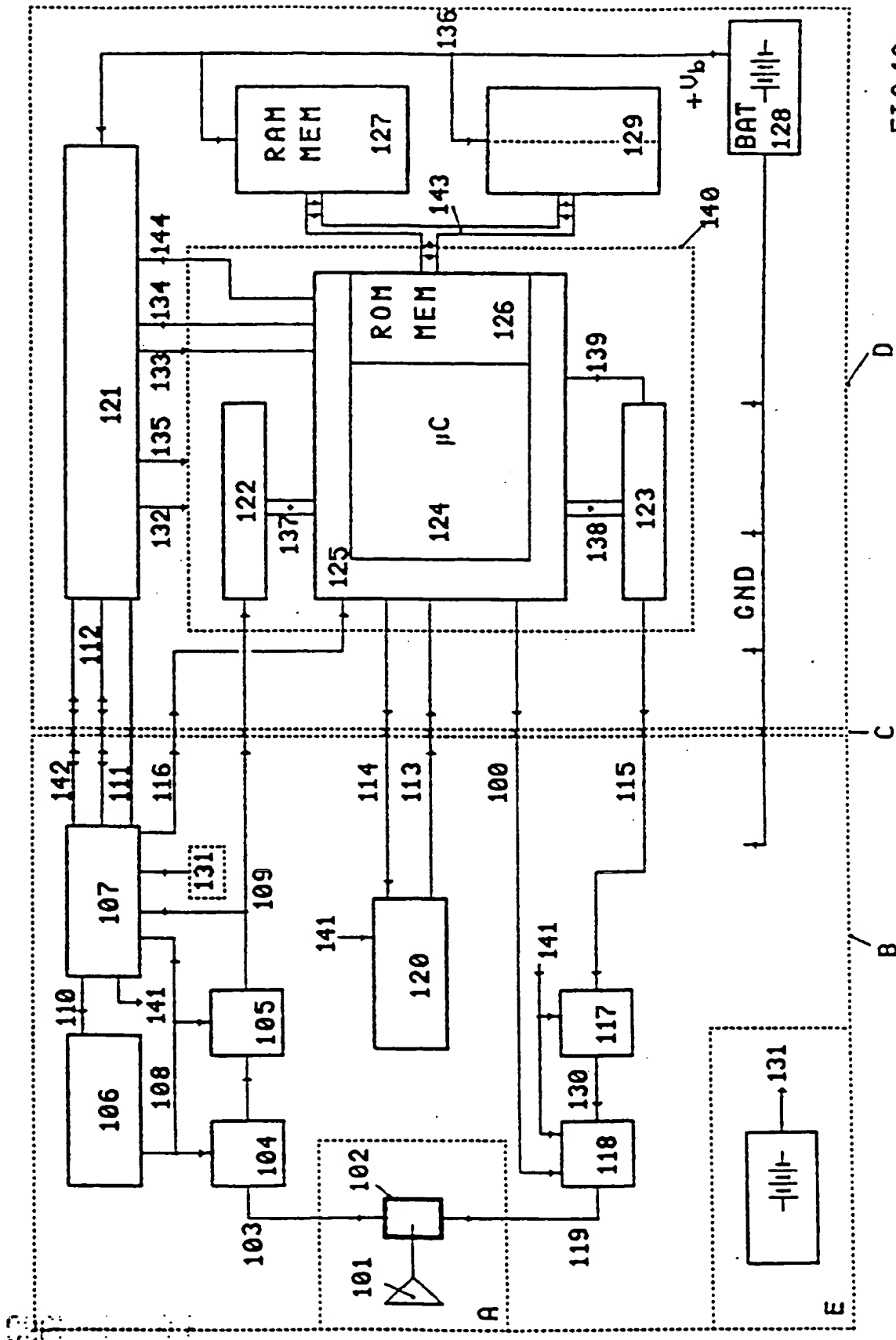
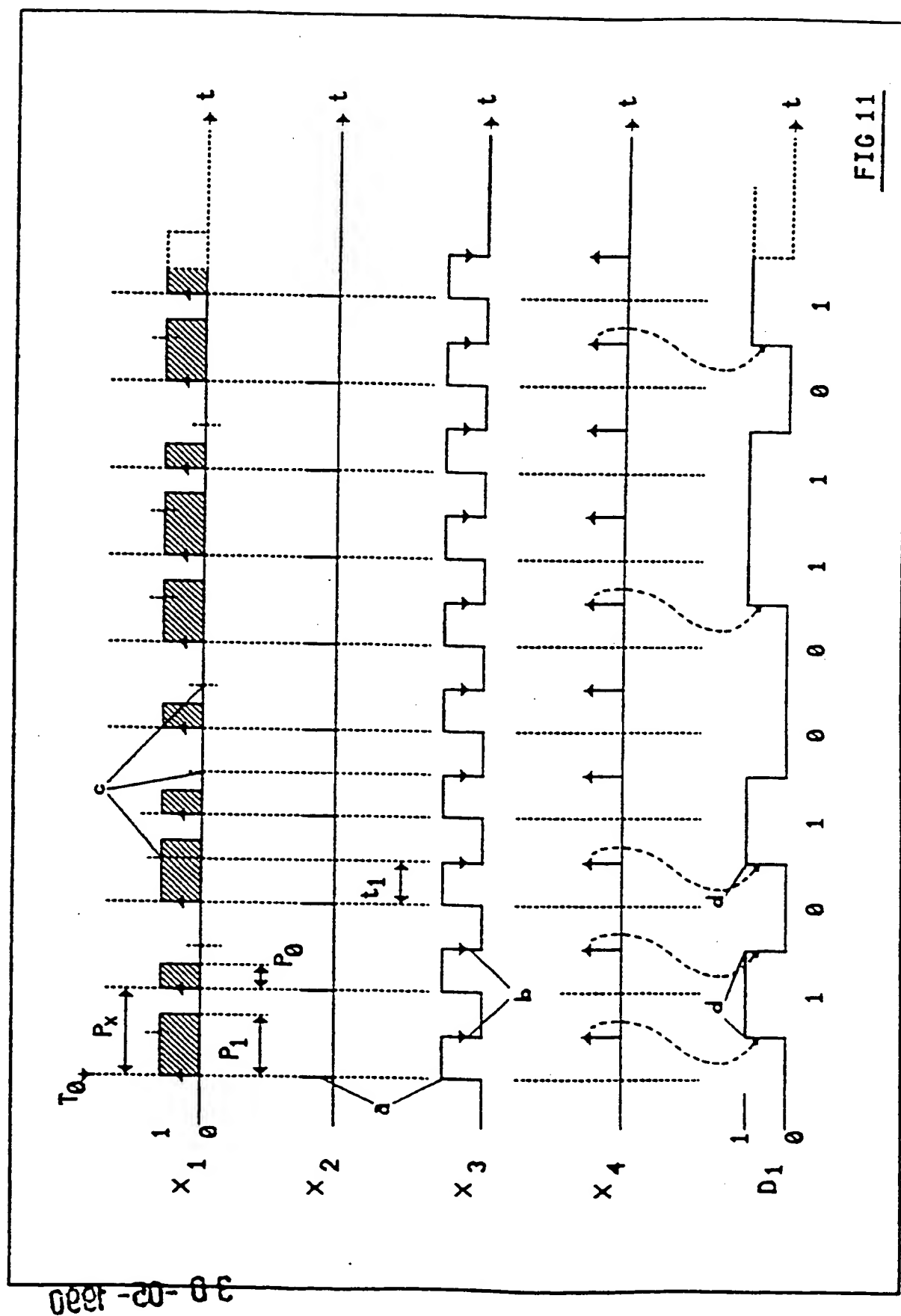


FIG 10



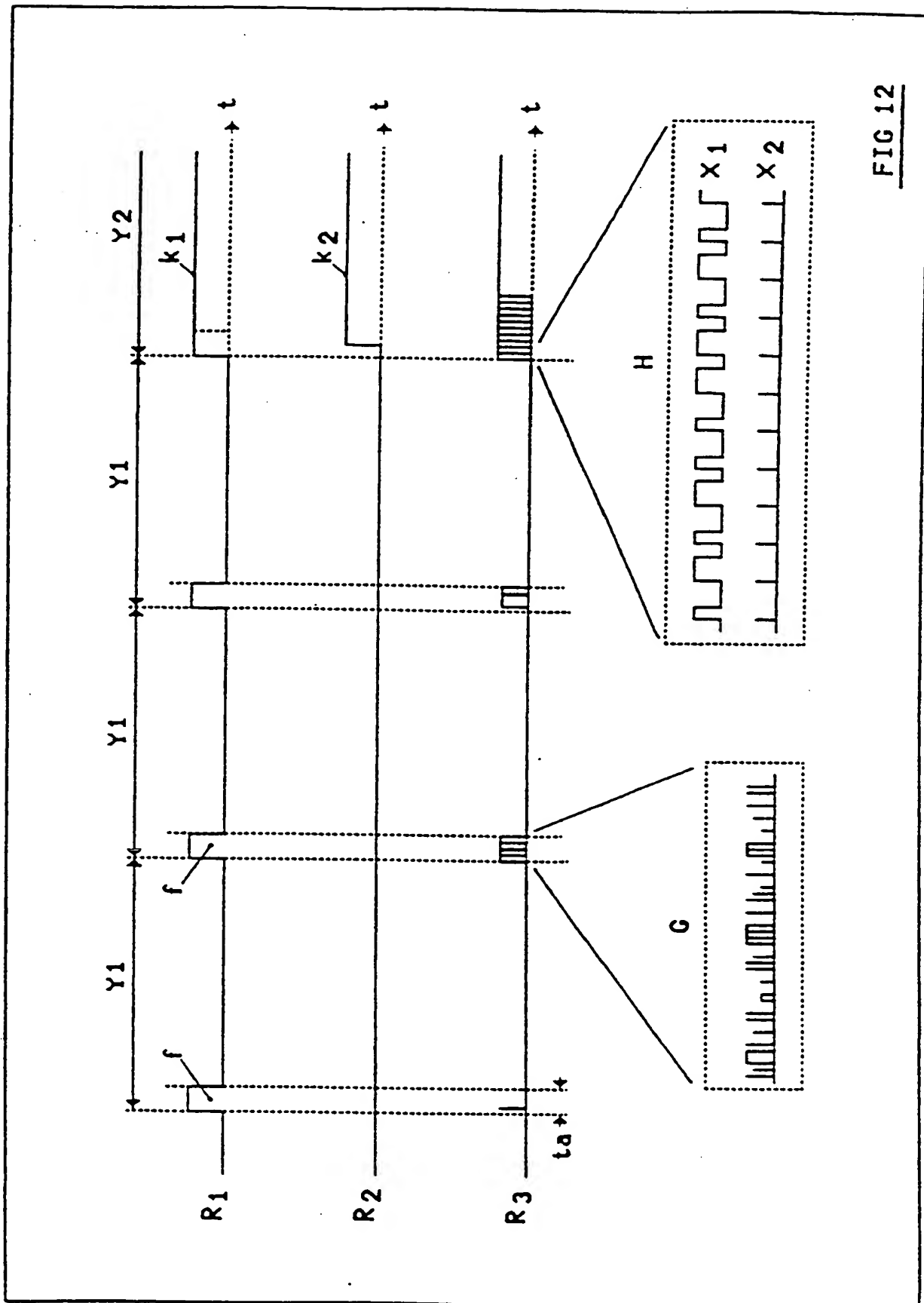
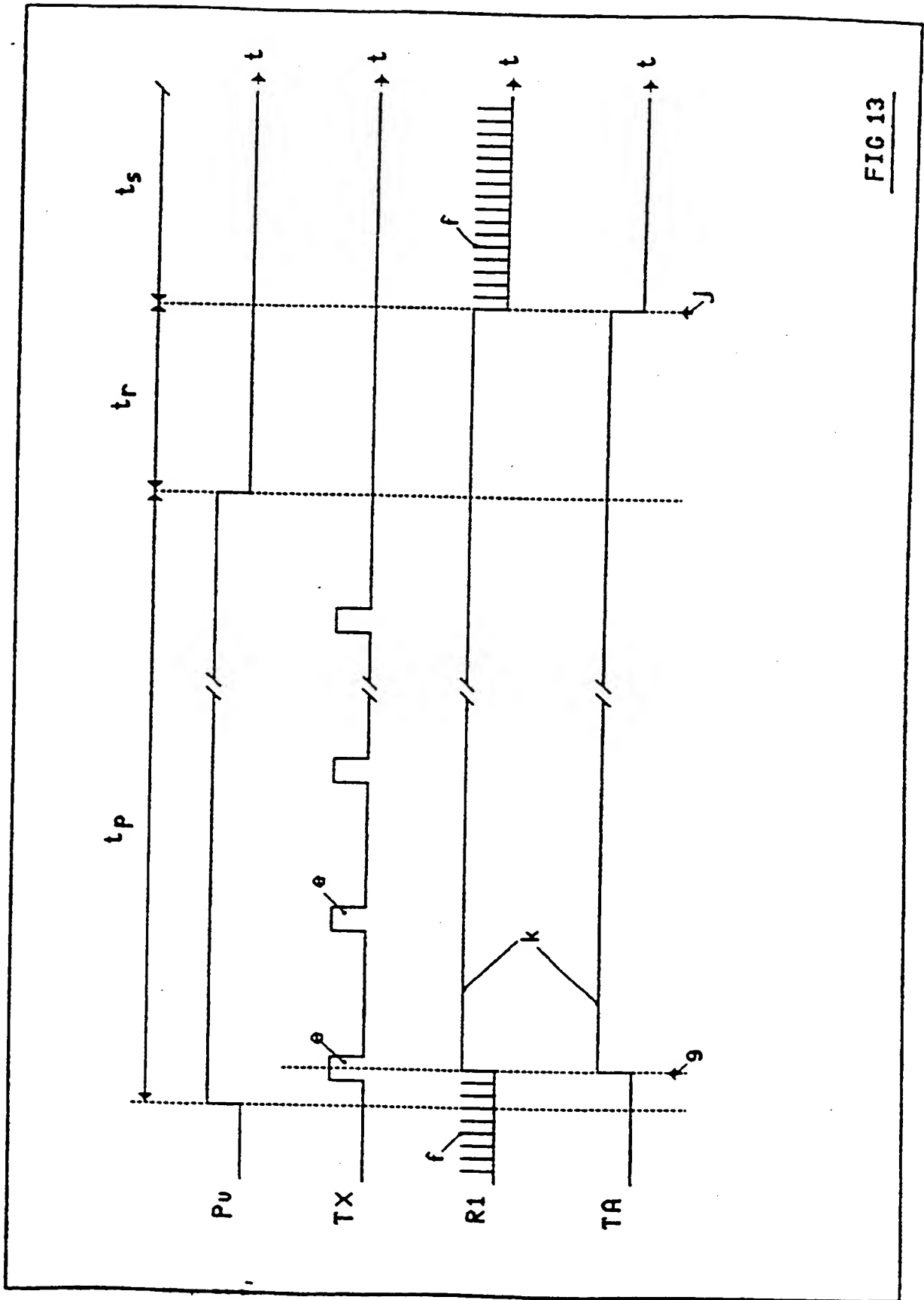


FIG 12



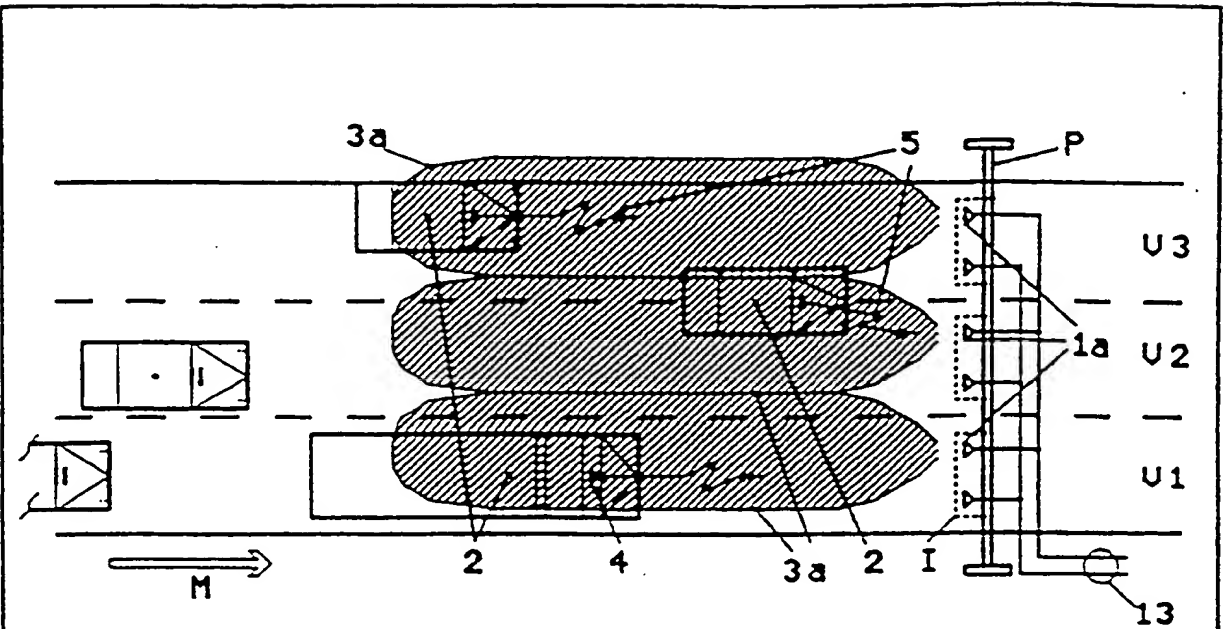


FIG 14a

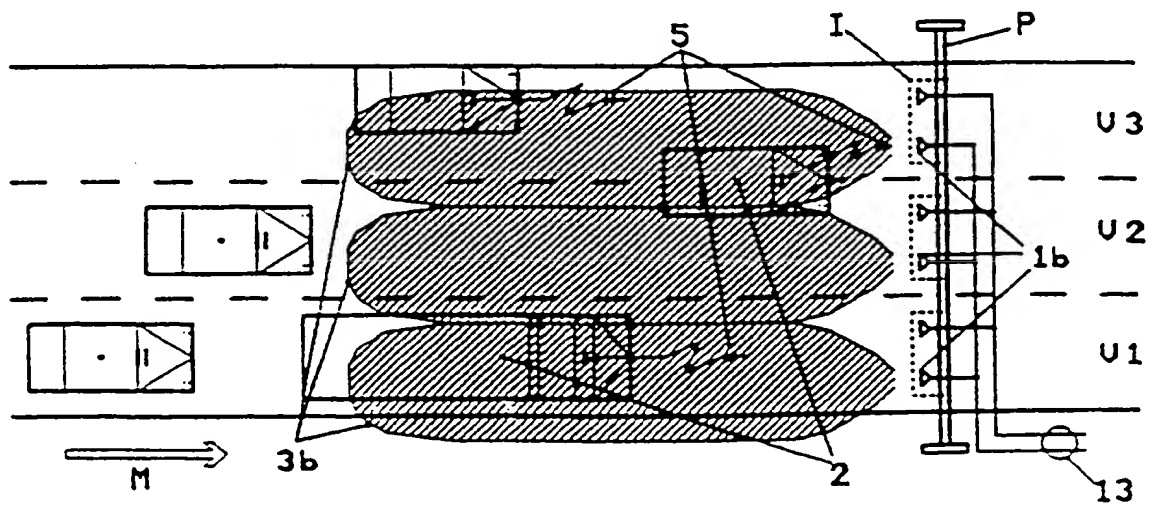
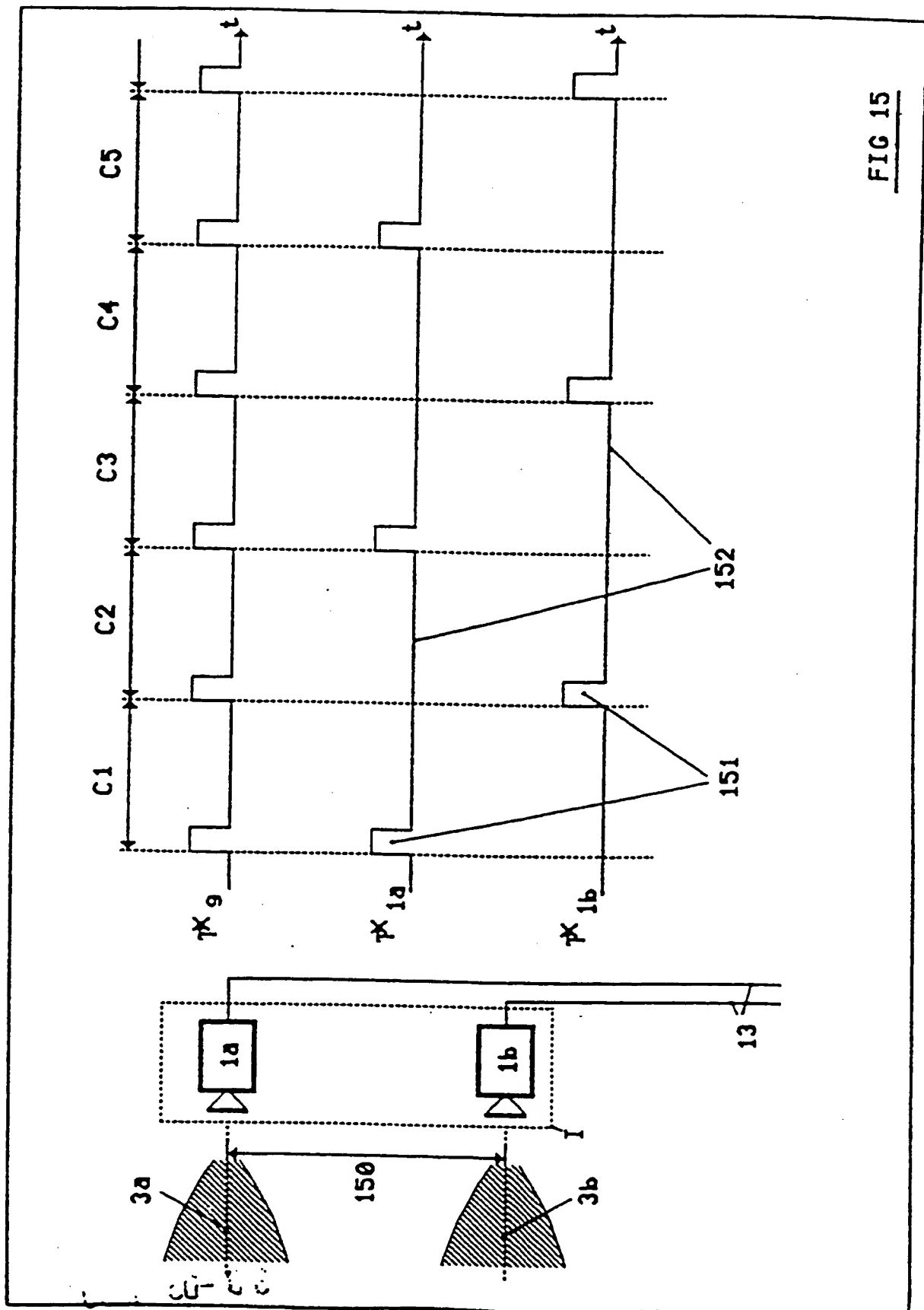
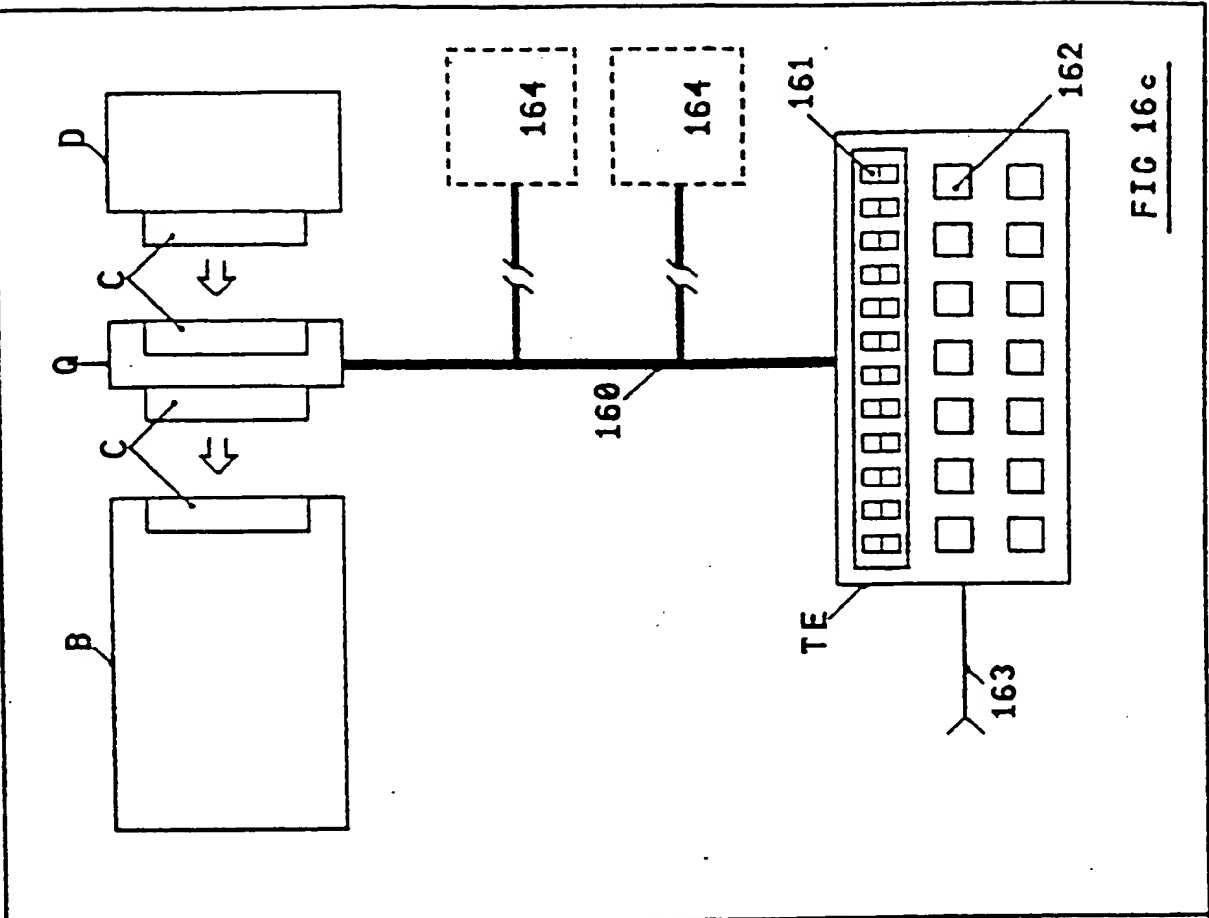
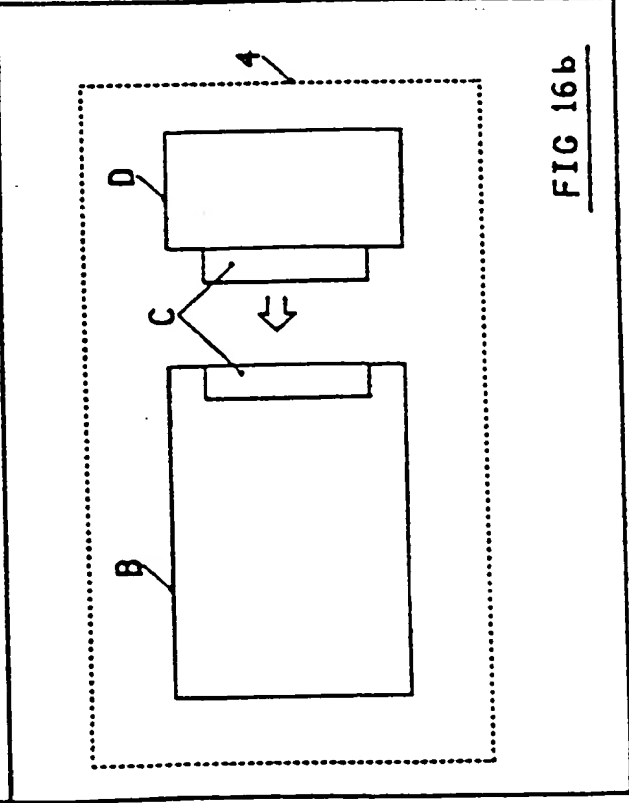
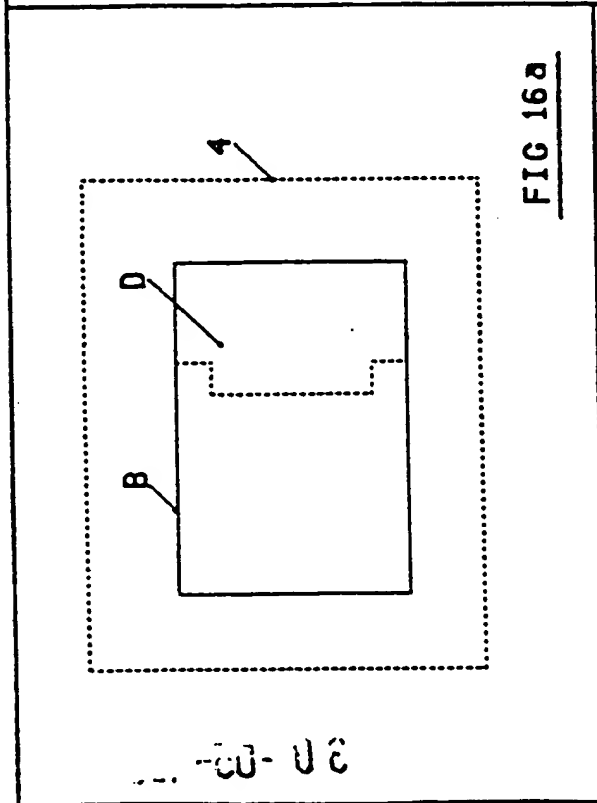


FIG 14b







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 87 0083
Page 1

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|--|---|--|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. CL5) |
| Y, D | US-A-4303904 (CHASEK) " colonne 1, ligne 36 - colonne 4, ligne 5 " " colonne 5, ligne 1 - colonne 7, ligne 33; revendications 1-8; figures " | 1-8, 44-46 | G07B15/00 G07C9/00 G08G1/123 |
| A, D | --- | 9-11, 13-16 | |
| Y | EP-A-0061373 (DASSAULT) " page 3, ligne 4 - page 4, ligne 23 " " page 6, ligne 24 - page 7, ligne 16 " " page 13, ligne 32 - page 18, ligne 14 " " figures " | 1-5, 7, 8, 44-46 | |
| A | --- | 6, 9-11 | |
| Y | US-A-3602881 (HAVILLE) " abrégé; revendications 1-6; figures " | 4, 6 | |
| A | --- | 12 | |
| A | WO-A-8904093 (NYSEN) " page 2, ligne 16 - page 5, ligne 2 " " page 8, ligne 1 - page 12, ligne 31 " " page 53, lignes 3 - 22; figures " | 1-3 7-9, 16 18 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL5) |
| A | US-A-4325146 (LENNINGTON) " colonne 2, ligne 45 - colonne 3, ligne 20 " " colonne 6, ligne 26 - colonne 8, ligne 17 " " figures " | 1, 2, 7, 8, 13 14, 16 | G07B G07C G08G |
| A | FR-A-2620551 (RINALDI) " page 1, ligne 23 - page 6, ligne 30; figures " | 1-4, 7 | |
| A | US-A-4277837 (STUCKERT) --- | | |
| A | US-A-4398172 (CARROLL) " abrégé; revendications 1-23; figures " | 1 | |
| A | EP-A-159539 (SIEMENS) " abrégé; revendications 1-10; figures " | 1, 2 | |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 14 SEPTEMBRE 1990 | Examinateur MEYL D. |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : artère-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant | |



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 87 0083

Page 2

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|---|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. CLS) |
| A | FR-A-2593306 (SENABRE) | | |
| A | FR-A-2594985 (AUBERT) | | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CLS) |
| | | | |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 14 SEPTEMBRE 1990 | Examinateur MEYL D. |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant | |

THIS PAGE BLANK (USPTO)